



AVALIAÇÃO *FUZZY* DO NÍVEL DE MATURIDADE DO PROCESSO DE
ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM
EMPRESA DE ÓLEO & GÁS

Rafael Pedro de Andrade Espinoza

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
de Produção, COPPE, da Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título
de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Rio de Janeiro

Junho de 2013

AVALIAÇÃO *FUZZY* DO NÍVEL DE MATURIDADE DO PROCESSO DE
ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM
EMPRESA DE ÓLEO & GÁS

Rafael Pedro de Andrade Espinoza

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. Francisco Antonio de Moraes Accioli Doria, D.Sc.

Prof. Armando Celestino Gonçalves Neto, D.Sc.

Prof. Harvey José Santos Ribeiro Cosenza, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JUNHO DE 2013

Espinoza, Rafael Pedro de Andrade

Avaliação *Fuzzy* do Nível de Maturidade do Processo de Estimativa de Custos de Investimentos: Estudo de Caso em Empresa de Óleo & Gás / Rafael Pedro de Andrade Espinoza. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XIII, 143 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 116-123

1. Estimativa de Custos. 2. Maturidade. 3. Lógica *Fuzzy*. I. Cosenza, Carlos Alberto Nunes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rodolfo e Márcya, pelo apoio incondicional, ensinamento diário e transmissão de valores.

À minha avó Eurydice (*in memoriam*), pela sempre valorização da educação.

À minha noiva Francine, por acreditar em mim muito mais do que eu mesmo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por proporcionar minha saúde e iluminar meu caminho na busca dos meus sonhos.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Nunes Cosenza, por ter aceitado ser meu orientador deste trabalho, pelos ensinamentos prestados ao longo do curso e pelas valiosas contribuições para finalização do mesmo.

Ao Prof. Dr. César das Neves, por ter aceitado ser meu co-orientador deste trabalho, pela excelente condução da orientação e pelas valiosas contribuições ao longo de todas as etapas de elaboração do mesmo.

Ao Prof. Dr. Armando Celestino Gonçalves Neto, por ter aceitado o convite para participar da Banca Examinadora e pelos ensinamentos compartilhados no decorrer do curso.

Ao Prof. Dr. Francisco Antonio de Moraes Accioli Doria, por ter aceitado o convite para participar da Banca Examinadora e pelos excelentes ensinamentos compartilhados em suas disciplinas ao longo do curso.

Ao Prof. Dr. Harvey José Santos Ribeiro Cosenza, por ter aceitado o convite para participar da Banca Examinadora.

A toda equipe administrativa da COPPE/PEP, pelo apoio, atenção e orientações, principalmente, na reta final do curso.

A todos os colegas do curso que tive o prazer de conviver ao longo destes dois anos, com vários momentos de alegria e algumas dificuldades.

À Petrobras, por sempre investir no meu desenvolvimento profissional e me permitir crescer a cada dia.

A minha noiva Francine, pelo apoio na revisão final deste trabalho e pela força ao longo desta difícil caminhada. Esta é uma conquista sua também.

Aos meus pais, que me ensinaram que só através da educação, trabalho, honestidade e ética, é que se consegue progredir na vida e alcançar os objetivos.

A toda minha família, que de uma forma ou outra, contribuíram com palavras de apoio e carinho.

"Nunca ande pelo caminho traçado,
pois ele conduz somente até onde os
outros foram."

Alexandre Graham Bell

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AVALIAÇÃO *FUZZY* DO NÍVEL DE MATURIDADE DO PROCESSO DE
ESTIMATIVA DE CUSTOS DE INVESTIMENTOS: ESTUDO DE CASO EM
EMPRESA DE ÓLEO & GÁS

Rafael Pedro de Andrade Espinoza

Junho/2013

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Programa: Engenharia de Produção

O objetivo principal desta dissertação é avaliar o nível de maturidade do processo de estimativa de custos de investimentos, implementados e gerenciados pela Engenharia da Petrobrás, através do método *Fuzzy* de tomada de decisão multicritério. Para tal foi realizada uma pesquisa bibliográfica, junto a referências nacionais e internacionais, nos temas relacionados à maturidade de processo, estimativa de custos e lógica *fuzzy*. Em razão da literatura estudada, foi escolhido o Modelo de Maturidade para Gestão de Contratos (ECM), e o mesmo adaptado ao processo de estimativa de custos de investimentos. Um instrumento de pesquisa oriundo do modelo ECM foi proposto e aplicado junto aos especialistas do Setor de Engenharia de Custos da Petrobrás. A metodologia aplicada neste contexto foi desenvolvida utilizando-se o grau de importância dos especialistas e a utilização do Método de Agregação por Similaridade (SAM), em tomadas de decisão *fuzzy*. Os resultados alcançados permitiram diagnosticar o nível de maturidade do processo dentro de uma determinada realidade, para os aspectos relacionados à: indicadores primários, indicadores por área de processo e indicador global do processo de estimativa de custos. Por fim, ações de melhorias são propostas para aumentar o nível de maturidade do processo, em decorrência deste estudo.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Science (M.Sc.)

FUZZY EVALUATION OF MATURITY LEVEL IN THE INVESTMENTS COST ESTIMATING PROCESS: A CASE STUDY IN OIL & GAS INDUSTRY.

Rafael Pedro de Andrade Espinoza

June/2013

Advisor: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Department: Production Engineering

The main objective of this study was to evaluate the maturity level of the estimating investment costs process implemented and managed by the Engineering Department of Petrobras, through the Fuzzy Method of multicriteria decision making. For this we conducted a literature search with the national and international references on topics related to process maturity, cost estimation and fuzzy logic. Because of the literature studied, a Maturity Model for Contract Management (ECM) was chosen and adapted for the estimating investment costs process. A survey questionnaire, derived by ECM model, was proposed and applied for the experts of Petrobras Cost Engineering Sector. The methodology applied in this context has been developed using the degree of expert's importance and implementation of Similarity Aggregation Method (SAM) in a fuzzy decision making. The results obtained a process maturity level diagnosis, within a certain reality, to the follow aspects: primary indicators, indicators by process area and global indicator for the cost estimation process. Finally, improvement actions have been proposed to increase the process maturity level, as results of this study.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização.....	1
1.2 Definição do Problema	6
1.3 Objetivos da Pesquisa	7
1.4 Questões da Pesquisa	8
1.5 Justificativa e Relevância da Pesquisa.....	9
1.6 Delimitações do Estudo	9
1.7 Estruturação do Trabalho.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 Gestão por Processos	13
2.2 Maturidade de Processos	17
2.3 Modelos de Maturidade	20
2.3.1 <i>Capability Maturity Model (CMM)</i>	21
2.3.2 <i>Capability Maturity Model Integration (CMMI)</i>	21
2.3.3 <i>Business Process Maturity Model (BPMM)</i>	22
2.3.4 <i>Process & Enterprise Maturity Model (PEMM)</i>	24
2.3.5 <i>Enterprise Contract Management Maturity Model (ECM-MM)</i>	26
2.4 Metodologias em Estimativas de Custos	30
2.4.1 <i>Total Cost Management Framework (TCM)</i>	31
2.4.2 <i>Project Management Body of Knowledge (PMBOK)</i> do PMI	40
2.4.3 <i>Cost Estimating Handbook (NASA)</i>	46
2.4.4 Processo de Estimativa de Custos	54
2.5 Método Fuzzy para Tomada de Decisão Multicritério	56
2.5.1 Lógica Fuzzy	58
2.5.2 Conjuntos Fuzzy e Variáveis Linguísticas	59
2.5.3 Funções de Pertinência e Operações Fuzzy	61
2.5.4 Sistemas de Lógica Fuzzy	62
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	67
3.1 Classificação da Pesquisa	67
3.2 Coleta de Dados	70

3.3 Tratamento dos Dados	73
3.4 Limitações do Método	76
3.5 Etapas da Pesquisa	77
4. ESTUDO DE CASO	83
4.1 Contextualizando a Engenharia	84
4.2 Processo de Estimativa de Custos na Engenharia.....	87
4.3 Modelo Fuzzy para Processo de Estimativa de Custos.....	91
4.4 Resultados Encontrados	101
4.5 Avaliação da Maturidade do Processo	106
5. CONCLUSÃO	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
APÊNDICES	124
Apêndice I – Instrumento de Pesquisa.....	124
Apêndice II – Modelo De Questionário para Avaliação da Maturidade	125
Apêndice III – Resultados das Avaliações dos Especialistas	130
Apêndice IV – Resultados do Método de Agregação por Similaridade	133
ANEXOS.....	143
Anexo I – Modelo de Questionário para Avaliação da Gestão de Contratos	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo simplificado de um projeto de investimento	2
Figura 2 - Investimentos versus Preços do Petróleo.....	2
Figura 3 - Investimentos das principais companhias petrolíferas.....	3
Figura 4 - Evolução do Plano de Negócios da Petrobrás.	3
Figura 5 - Volume de investimentos por segmento de negócio	4
Figura 6 - Evolução do preço do barril de petróleo BRENT.....	4
Figura 7 - Investimentos na Petrobrás versus Investimentos na Engenharia.	5
Figura 8 - Ciclo de Vida do Projeto de Investimento.....	6
Figura 9 - Estimativas de Custos no Âmbito da Engenharia.....	7
Figura 10 - Estruturação do Trabalho.....	11
Figura 11 - Fontes Bibliográficas.....	12
Figura 12 - Processo input - transformação – output.....	13
Figura 13 - Processo de negócio.....	14
Figura 14 - Abordagem Histórica dos Modelos de Maturidade.....	18
Figura 15 - Os cinco níveis de maturidade de processos CMM.....	21
Figura 16 - Níveis de Maturidade versus Fases de Desenvolvimento de Processos.....	23
Figura 17 - Níveis de Maturidade ECM-MM.....	28
Figura 18 - Representação do Mapa de Processo do TCM.....	32
Figura 19 - Mapa de Processo do Gerenciamento de Custo Total do TCM.....	33
Figura 20 - Mapa de Processo do Controle de Projetos.....	34
Figura 21 - Mapa do Processo da Estimativa de Custos e Orçamentação.....	38
Figura 22 - Visão Geral do Gerenciamento de Projetos.....	41
Figura 23 - Visão Geral do Gerenciamento dos Custos de Projetos	42
Figura 24 - Fluxograma do Gerenciamento dos Custos de Projetos.....	43
Figura 25 - Processo de Estimativa de Custos.....	44
Figura 26 - Metodologia de Estimativa de Custos	47
Figura 27 - Visão Geral do Processo de Estimativa de Custos.....	48
Figura 28 - Seleção do Método para Estimativa de Custos.....	50
Figura 29 - Fonte e Tipo dos Dados.....	53
Figura 30 - Complexidade de Sistemas.....	58

Figura 31 - Funções de Pertinência para a Variável Desempenho	60
Figura 32 - Gráfico com Representação da Variável Estatura	61
Figura 33 - Sistema de Lógica Fuzzy.	63
Figura 34 - Organização Básica de um Sistema Fuzzy.	64
Figura 35 - Representação da Saída para Método de Mandani.	65
Figura 36 - “Funil” para encadeamento lógico da metodologia.	67
Figura 37 - Estrutura dos questionários da gestão da maturidade dos contratos.....	72
Figura 38 - Termos Linguísticos (Inputs) dos Questionários	74
Figura 39 - Termos Linguísticos (Ouputs) para Avaliação da Maturidade.	75
Figura 40 - Fluxograma para estruturação das etapas da pesquisa.....	83
Figura 41 - Organograma Simplificado da Petrobrás	84
Figura 42 - Macroprocesso de Implementação de Empreendimentos	85
Figura 43 - Macroprocesso de Gestão da Engenharia.	86
Figura 44 - Macroprocesso de Serviços da Engenharia.	86
Figura 45 - Fluxograma Simplificado do Processo	90
Figura 46 - Banco de Dados da Engenharia	91
Figura 47 - Fluxo do Sistema Fuzzy para Estudo de Caso.....	94
Figura 48 - Modelo Fuzzy para Avaliação da Maturidade do Processo.....	95
Figura 49 - Áreas de Interseção e União das Funções Triangulares	96
Figura 50 - Avaliação do Nível de Maturidade do Processo.....	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de Maturidade do BPMM	24
Tabela 2 - Modelo PEMM.....	25
Tabela 3 - Classes das Estimativas de Custos	35
Tabela 4 - Características das Classes das Estimativas de Custos.	36
Tabela 5 - Comparativo entre Métodos de Estimativa de Custos.....	51
Tabela 6 - Comparativo entre Metodologias	55
Tabela 7 - Estrutura de Classificação das Metodologias Científicas.....	68
Tabela 8 - Tabela de conversão de pontuação em níveis de maturidade.....	72
Tabela 9 - Tabela de termos linguísticos e funções de pertinência	79
Tabela 10 - Cálculo do Grau de Importância de cada Especialista	93
Tabela 11 - Variáveis Linguísticas de Entrada e Saída	94
Tabela 12 - Base de Regras para Modelo Fuzzy	95
Tabela 13 - Áreas de Interseção das Opiniões dos Especialistas	96
Tabela 14 - Áreas de União das Opiniões dos Especialistas	97
Tabela 15 - Matriz de Concordância dos Especialistas	97
Tabela 16 - Grau de Concordância Médio dos Especialistas	98
Tabela 17 - Grau de Concordância Relativa dos Especialistas	99
Tabela 18 - Grau de Consenso entre os Especialistas.	100
Tabela 19 - Números Fuzzy da Agregação das Opiniões entre os Especialistas	101
Tabela 20 - Resultados das Áreas de Processo 1 a 3.	102
Tabela 21 - Resultados das Áreas de Processo 4 e 5.	103
Tabela 22 - Resultados dos Indicadores Primários.....	103
Tabela 23 - Resultados dos Indicadores por Área de Processo e Global	106
Tabela 24 - Classificação da Maturidade por Área de Processo e Global.....	107
Tabela 25 - Ações de Melhorias da Maturidade do Processo.	109

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A Petrobrás possui diversas Áreas de Negócio que concorrem pelos recursos financeiros disponíveis, através de seu plano de investimentos, para a implementação dos empreendimentos previstos em seu Plano de Negócio e Gestão. Para PARK e SHARP-BETTE (1990) investimentos podem ser classificados em duas categorias: investimentos financeiros e investimentos reais. Investimentos financeiros são aqueles onde os investidores alocam seus recursos através de algum instrumento financeiro, como por exemplo, ações ou *bonds*. Já os investimentos reais representam capital direto alocado em ativos físicos, tais como uma nova planta industrial ou aquisição de equipamentos. Segundo CÔRTEZ (2012), projeto de investimento é um conjunto de estudos parciais que servem de base para a tomada de decisão do investimento, para designar tanto o empreendimento proposto quanto o documento técnico em que se reporta o estudo de suas vantagens e desvantagens. Em outras palavras, é qualquer aplicação de recursos, associada a seus objetivos estratégicos, destinada a criar valor futuro para os acionistas.

Pela Sistemática Corporativa de Projetos de Investimento do Sistema Petrobrás (2012) os projetos de investimento podem ser tanto projetos do negócio, aqueles associados às atividades fins da Companhia e que geram receitas ou economia de custos, como projetos de suporte à gestão, aqueles que estão destinados a dar suporte ao negócio e representam o desenvolvimento de vantagens competitivas. Para CLEMENTE e SOUZA (2009), o projeto de investimento, no sentido mais amplo pode ser interpretado como um esforço para elevar o nível de conhecimento a respeito de todas as suas implicações, tanto desejáveis como indesejáveis, para controlar a propensão ao risco e o custo de oportunidade. A figura a seguir mostra que o projeto de investimento é uma decisão de investir.



Figura 1 - Fluxo simplificado de um projeto de investimento (Clemente e Souza, 2009).

Devido ao aumento do preço do barril no mercado internacional ao longo dos anos, o ambiente em que os projetos de investimento estão inseridos se modificou. Este novo cenário de preços permitiu um aumento muito grande no número de projetos com viabilidade econômica no mundo. Conseqüentemente, a indústria de óleo & gás como um todo, elevou o número de projetos para atender a esta demanda de crescimento (Plano de Negócio e Gestão da Petrobrás, 2011-2015).

Segundo CLÔ (2000), existe uma correlação entre o preço do petróleo e os investimentos aplicados na indústria. Conforme o gráfico a seguir, historicamente, os investimentos têm acompanhado as variações do preço do petróleo ao longo dos anos. Ou seja, a decisão de se realizar um projeto de investimento para desenvolvimento de campos de produção de petróleo, por exemplo, são fortemente apoiadas pela análise de custos, engenharia financeira e tendências econômicas.

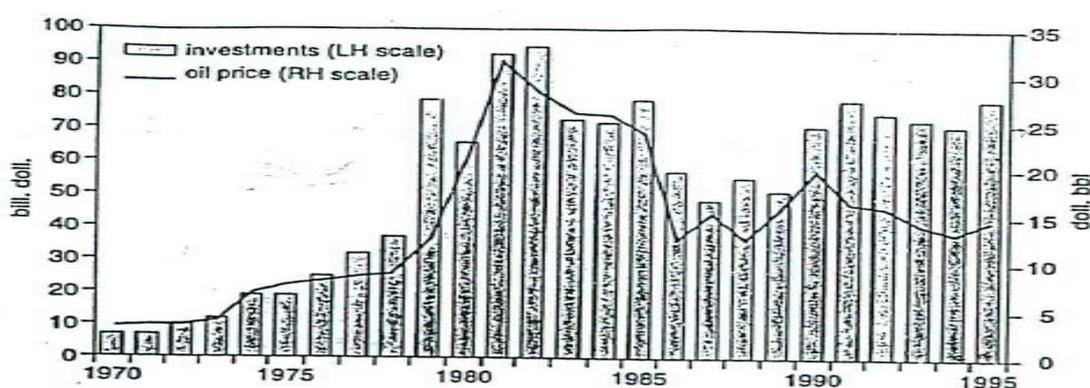


Figura 2 - Investimentos versus Preços do Petróleo (Clô, 2000).

Nos últimos anos (2008, 2009 e 2010), a Petrobrás tem sido uma das principais companhias petrolíferas mundiais, a ter investimentos crescentes, exatamente para dar suporte ao Plano de Negócio e Gestão e implementar seus projetos.

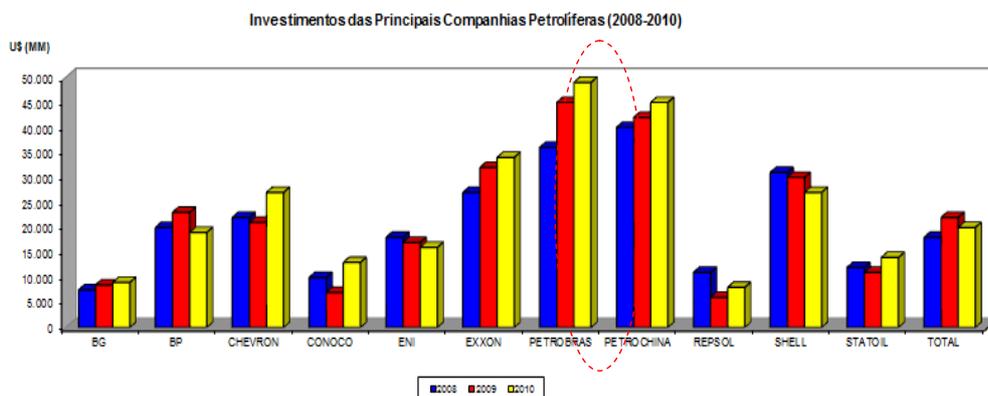


Figura 3 - Investimentos das principais companhias petrolíferas (PNG, 2011-2015).

Através do seu último Plano de Negócio e Gestão (2011-2015), a Petrobrás mostrou que possui um grande desafio em cumprir seus investimentos para seus próximos cinco anos, que são na ordem de 224,7 bilhões de dólares, a serem aplicados em diferentes unidades da companhia. É importante ressaltar que, o principal segmento que receberá investimentos são os projetos de Exploração & Produção (E&P), na ordem de 127,5 bilhões de dólares. O gráfico a seguir mostra a evolução do Plano de Negócio e Gestão da companhia nos últimos anos, em destaque para o plano de investimento 2011-2015.

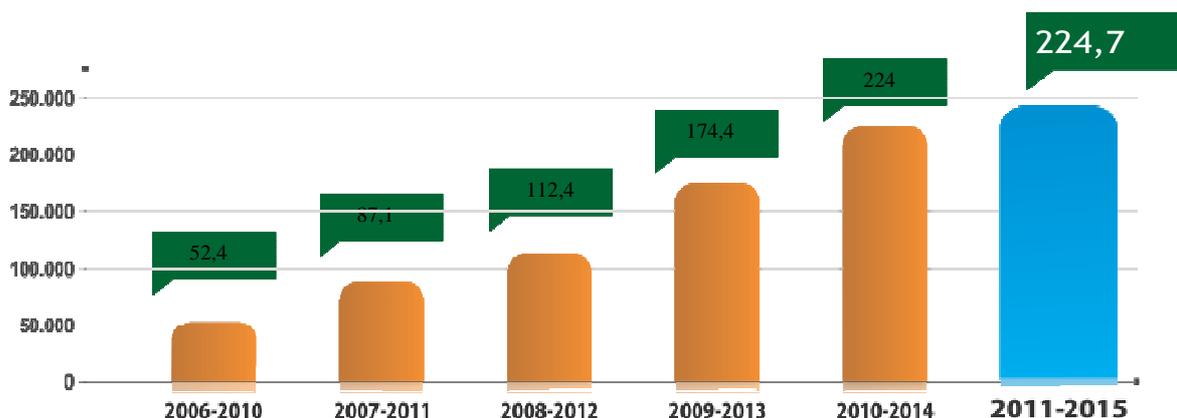


Figura 4 - Evolução do Plano de Negócios da Petrobrás (PNG, 2011-2015).

O gráfico a seguir representa o perfil de investimentos previstos cada segmento de negócio. O gráfico destaca a importância estratégica de segmentos como atividade exploratória, produção de petróleo, refino, transporte e comercialização, para o crescimento da companhia.

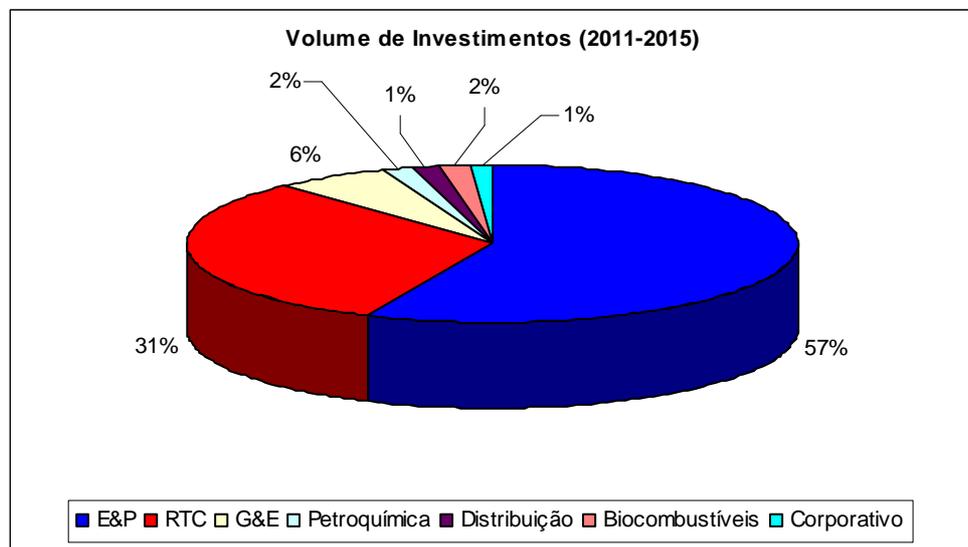


Figura 5 - Volume de investimentos por segmento de negócio (Adaptado do PNG, 2011-2015).

Considerando o nível de investimento empregado na indústria de petróleo, a disciplina de capital é um fator ainda mais importante neste cenário. A escalada de preços não mais sustentará os desvios de investimentos e os atrasos de entrada das unidades de produção. As empresas, mais conscientes dos impactos da ineficiência, não aceitarão mais pagar o preço dos custos gerados pela falta de controles (NIVEN, 2003).

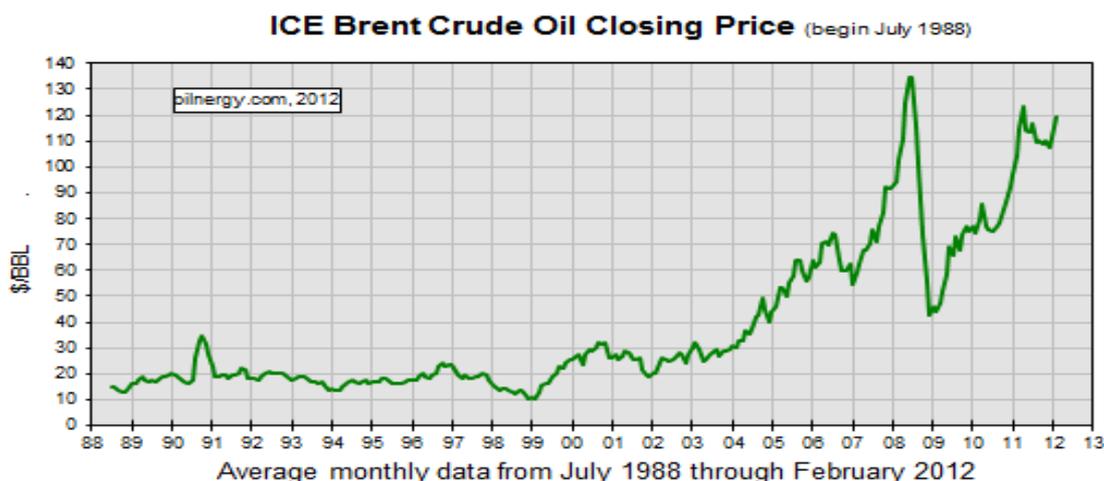


Figura 6 - Evolução do preço do barril de petróleo BRENT (Oilenergy, 2012).

Fato importante a ser observado é que devido o grande volume de investimentos e a complexidade dos projetos em carteira, existe um grande peso na tomada de decisão

dos investimentos, já que estes, uma vez iniciados, têm um alto custo de postergação ou cancelamento.

A Engenharia da Petrobrás atua no segmento de implementação de empreendimentos nos segmentos de refino, petroquímica, exploração, produção, transporte marítimo, transporte por dutos, gás e energia. Por determinação corporativa, a Engenharia não prospecta novos mercados e novos clientes, atendendo exclusivamente ao Sistema Petrobrás no Brasil e no exterior, como também empresas que mantenham parcerias com a *holding*. A identificação de oportunidades e a aprovação dos projetos de investimento alinhados com os objetivos estratégicos corporativos são de competência das Áreas de Negócios, cabendo à Engenharia a função de estimar custos e implementar novos empreendimentos.

A importância estratégica da Engenharia está evidenciada no Plano de Negócio e Gestão da companhia, pelo fato de quase metade dos investimentos em carteira, serem estimados e gerenciados por ela, conforme gráfico a seguir.

Para que não haja incorreções na escolha dos projetos de investimento que sustentarão o plano estratégico da companhia, é de extrema importância que se faça a avaliação utilizando metodologias e princípios de estimativa de custos de investimentos.

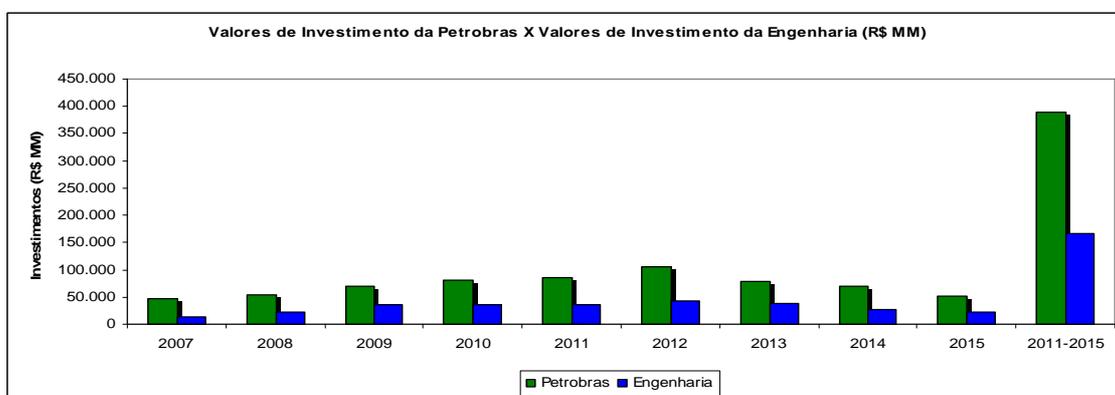


Figura 7 - Investimentos na Petrobrás versus Investimentos na Engenharia (Intranet da Engenharia, 2011).

Segundo PRADO (2008) não basta apenas gerenciar projetos. Esse autor também aponta que diversas pesquisas e estudos realizados nos últimos anos tem demonstrado que existe uma relação intuitiva entre sucesso dos projetos e amadurecimento dos processos. Assim, é igualmente importante ter um maior amadurecimento dos processos para propiciar resultados mais previsíveis dos projetos.

1.2 Definição do Problema

Os investimentos da Petrobrás devem ser suportados pelo EVTEA (Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental), cabendo na análise econômica, a elaboração de estimativas de custos para definição do valor do investimento.

Segundo CONFORTO (2008), estimativa de custos consiste no emprego de metodologias de avaliação que permitem prever o valor e a composição do custo total a ser incorrido na realização de determinado empreendimento, ainda que a partir de dados de engenharia (*design*) apenas preliminares ou pouco detalhados. Na Petrobrás, a elaboração de estimativas de custos é obrigatória para:

- Avaliação preliminar de investimento (Fase 1);
- Avaliação de viabilidade da melhor alternativa do investimento (Fase 2);
- EVTEA (Fase 3);
- Processos licitatórios (referência para o mercado).

Segundo a Sistemática Corporativa de Projetos de Investimento do Sistema Petrobrás (2012), os projetos devem ser estruturados em cinco fases.

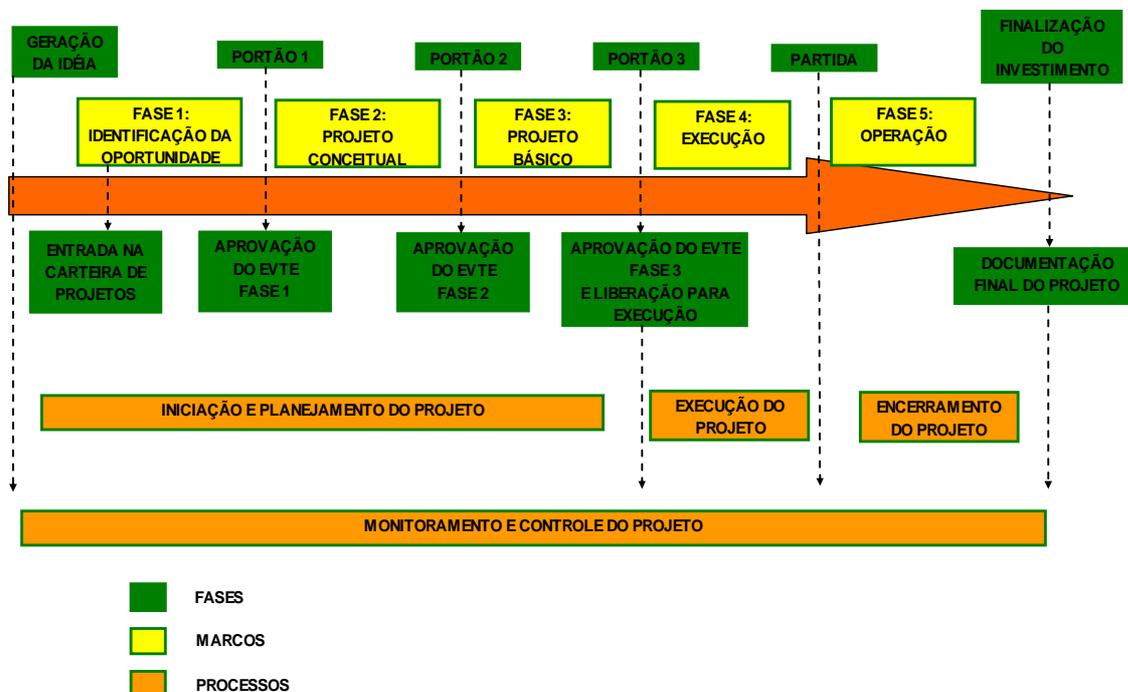


Figura 8 - Ciclo de Vida do Projeto de Investimento (Sistemática Corporativa de Projetos de Investimento, 2012).

As estimativas de custos desenvolvidas pela Engenharia da Petrobrás são aplicadas a partir da Fase 1 (Identificação de Oportunidade) até a Fase 4 (contratação do empreendimento). A figura a seguir mostra o escopo de atuação da Engenharia.

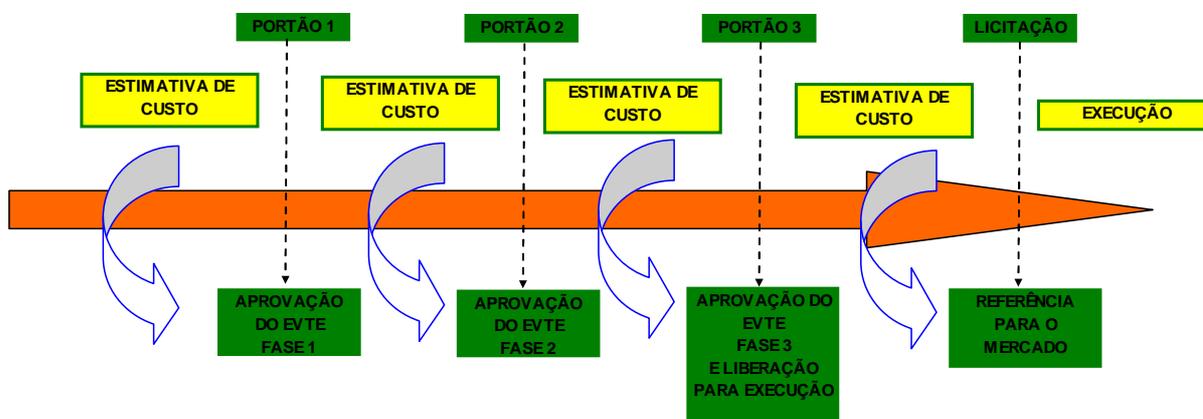


Figura 9 - Estimativas de Custos no Âmbito da Engenharia (Adaptado da Sistemática Corporativa de Projetos de Investimento, 2012).

A falta de uma avaliação da maturidade do processo de estimativa de custos faz com que não haja um conhecimento do processo em si, das suas forças, fraquezas e de como a melhoria do processo pode contribuir na realização de estimativas mais bem definidas, previsíveis e justificáveis perante a Alta Administração, e perante Órgãos de Controle Externo. Ao final do trabalho, o estudo deve estar apto para responder a seguinte pergunta: Qual é o nível de maturidade do processo de estimativa de custos da Engenharia da Petrobrás?

1.3 Objetivos da Pesquisa

O objetivo principal deste trabalho é avaliar o nível de maturidade do processo de estimativa de custos de investimentos, implementados e gerenciados pela Engenharia da Petrobrás, através do método *Fuzzy* de tomada de decisão multicritério.

Os objetivos específicos do trabalho consistem em:

- Estudar quais são as principais metodologias em estimativa de custos que são utilizadas como referências internacionais;
- Estudar os principais métodos para avaliação de maturidade de processos e escolher pelo qual será o mais adequado para a realidade do Setor de Engenharia de Custos;

- Mapear o processo de estimativa de custos à luz do que é abordado na Literatura;
- Identificar forças e fraquezas no processo de estimativa de custos, através da investigação junto aos especialistas da atividade;
- Propor instrumento de pesquisa de acordo com modelo de maturidade selecionado;
- Avaliar a maturidade do processo de estimativa de custos sob uma ótica multicritério e utilizando método *Fuzzy*;
- Analisar comparativamente os resultados da maturidade por etapa e para o processo como um todo;
- Propor ações de melhorias em relação ao nível de maturidade diagnosticado;

1.4 Questões da Pesquisa

Para alcançar o objetivo principal, bem como os específicos, foram formuladas as seguintes questões, que ao final da pesquisa deverão ser respondidas:

- Como é o processo atual de estimativas de custos para os projetos gerenciados pela Engenharia da Petrobrás?
- Como desenhar o processo atual seguindo as metodologias internacionais em estimativas de custo?
- O processo atual está alinhado com o plano de negócios e gestão da companhia?
- Qual modelo de maturidade a ser selecionado e que atenda à uma avaliação setorial?
- Como adaptar o modelo selecionado para avaliar a maturidade do atual processo de estimativa de custos?
- Como tratar os dados oriundos da investigação com os especialistas e estruturar um modelo sob uma ótica multicritério?
- Qual é o nível de maturidade para cada etapa do processo e qual é o indicador global e maturidade do processo de estimativa de custos?
- Quais melhorias podem ser incorporadas ao processo atual após o diagnóstico?

- Quais parâmetros podem ser incorporados para a melhoria da tomada de decisão gerencial?

1.5 Justificativa e Relevância da Pesquisa

A pesquisa se justifica tanto no aspecto empresarial como acadêmico.

No aspecto empresarial, conforme descrito anteriormente, a Engenharia da Petrobrás é responsável por implantar e gerenciar, aproximadamente, 45% dos recursos previstos para o Plano de Negócio e Gestão 2011-2015, o qual indica um grande desafio e uma grande responsabilidade perante o mercado, fornecedores e acionistas.

O setor de Engenharia de Custos é responsável pelas estimativas dos grandes projetos de investimento e para diferentes segmentos de negócio. Logo, a medida que a carteira de projetos da companhia torna-se maior e mais complexa e robusta, processos mais maduros precisam ser desenvolvidos com o objetivo de assegurar a eficiente gestão de seus recursos.

No aspecto acadêmico, o estudo é relevante para a área da Engenharia de Produção, pois envolve assuntos das linhas de pesquisa de interesse, tais como: Projeto Industrial, Estratégia Empresarial, Engenharia de Custos, Gestão por Processos, Qualidade e Engenharia Econômica. Além disso, o tema é de grande importância para a Engenharia Brasileira, já que poucos estudos são feitos na área de Engenharia de Custos e que esta produção científica poderá ser de importância acadêmica para linhas de pesquisa em outras universidades ou fonte de consulta em outras empresas, públicas ou privadas, que se preocupam com um maduro processo de estimativa de custos para melhorar a previsibilidade de seus investimentos e um melhor controle de seus gastos.

1.6 Delimitações do Estudo

Este trabalho se limita a desenvolver uma avaliação do nível de maturidade do processo de estimativa de custos de investimentos, sob uma ótica multicritério, que é responsabilidade da Engenharia da Petrobrás. A pesquisa se limita a colher dados restritos a este processo, não contemplando atividades que tenham interface direta ou indireta ao mesmo.

O processo de estimativa de custos de outras áreas não faz parte do escopo de avaliação deste trabalho, visto que o setor de Engenharia de Custos não é a única unidade executora de tal atividade na companhia.

Por questão de confidencialidade da informação e por não ter autorização da Alta Administração, não são informados valores monetários das estimativas de custos, principalmente dos projetos em fase de avaliação e que constituem o Plano de Negócios 2011-2015. Os projetos relacionados à investigação geológica, poços, facilidades submarinas, plataformas afretadas, pesquisa & desenvolvimento (P&D), entre outros, não fazem parte do escopo deste trabalho.

1.7 Estruturação do Trabalho

Busca-se cumprir os objetivos da pesquisa através dos seguintes capítulos: capítulo 1, introdução; capítulo 2, revisão da literatura; capítulo 3, metodologia da pesquisa; capítulo 4, estudo de caso; capítulo 5, conclusão; referências bibliográficas, apêndices e anexos.

O capítulo 1 é a introdução da pesquisa, onde é contextualizado o assunto, feita a descrição do problema, dos objetivos gerais e específicos, das questões a serem abordadas pela pesquisa, sua justificativa, relevância, delimitação e a estruturação do trabalho.

O capítulo 2 trata do referencial teórico da pesquisa. Nele são tratados os conceitos descritos na literatura para os assuntos abordados no trabalho. Destacando àqueles relacionados à Gestão de Processos, Metodologias Internacionais para estimativa de custos e Modelos para avaliar o nível de maturidade de processos, além da Lógica *Fuzzy*. Este capítulo também é utilizado como base teórica para a formulação do instrumento de pesquisa e para a análise dos resultados encontrados.

O capítulo 3 apresenta a metodologia proposta para o desenvolvimento da dissertação. O objetivo é esclarecer todas as etapas desenvolvidas durante o processo de pesquisa. É neste capítulo que se propõe o instrumento de pesquisa, com base no modelo de maturidade selecionado, e evidencia-se a forma como essa é conduzida e estruturada.

O Capítulo 4 apresenta a estruturação do modelo *fuzzy* e a análise dos resultados encontrados através da aplicação de um estudo de caso.

O capítulo 5 apresenta a conclusão da dissertação, após a análise dos resultados encontrados, desde a elaboração do projeto de pesquisa até a entrega do documento final.

Resumidamente, a Estruturação do Trabalho de Dissertação apresenta o seguinte fluxo:

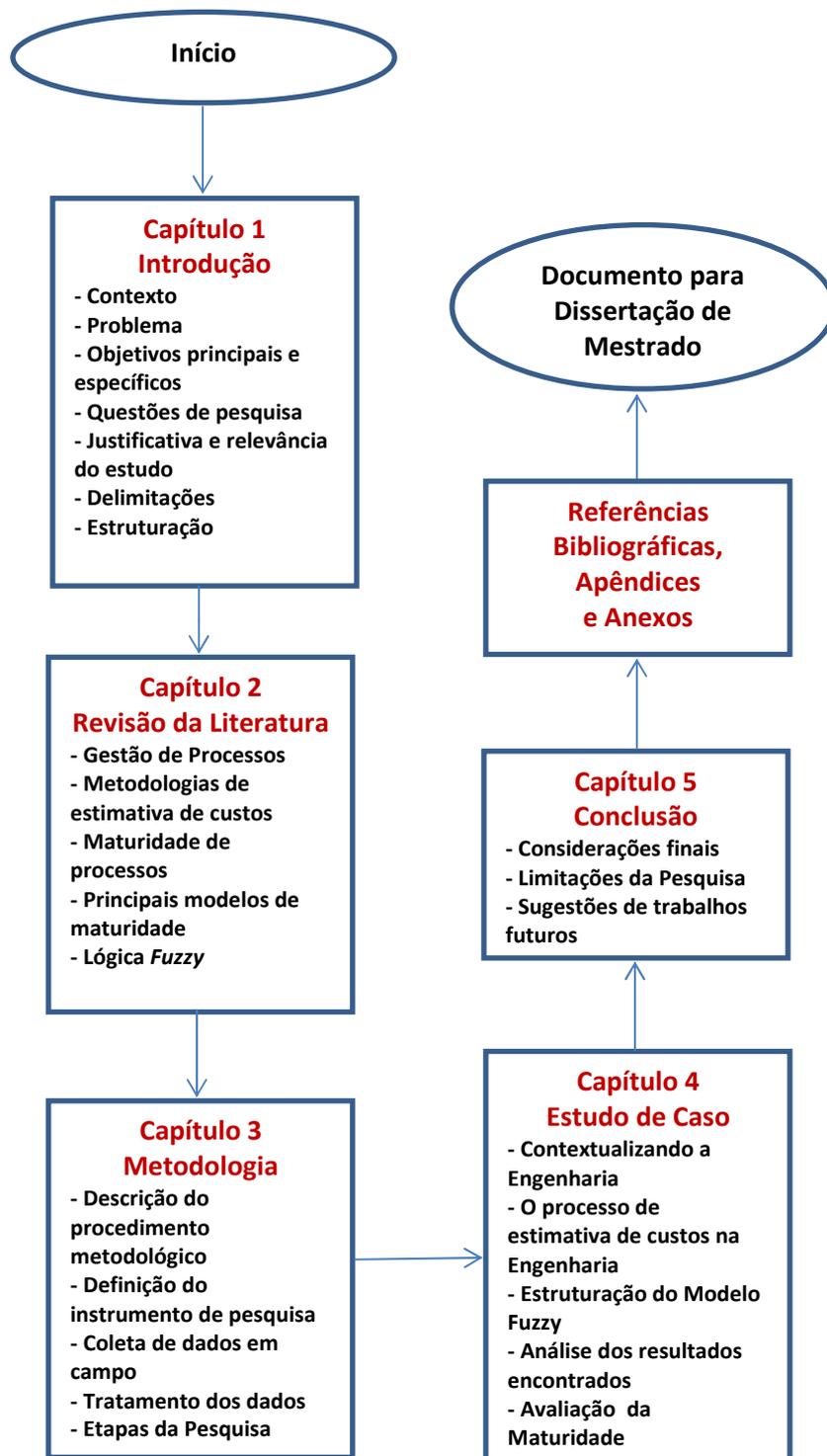


Figura 10 - Estruturação do Trabalho (Autor, 2013).

2. REVISÃO DA LITERATURA

O Levantamento de Literatura é a localização e obtenção de documentos para avaliar a disponibilidade de material que subsidiará o tema do trabalho de pesquisa, o qual neste trabalho será feito através de uma pesquisa bibliográfica. Segundo GIL (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As fontes da pesquisa bibliográfica são em grande número e podem ser classificadas como:

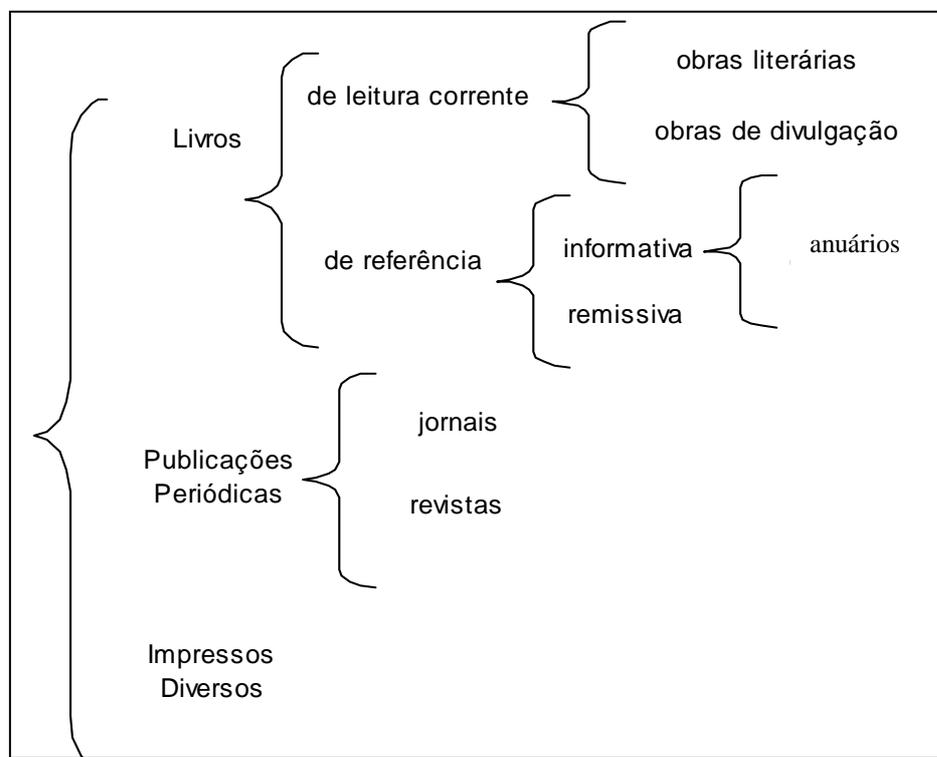


Figura 11 - Fontes Bibliográficas (Gil, 2002).

Para atendimento aos objetivos deste trabalho, são abordadas as fontes bibliográficas baseadas em livros de literatura corrente e publicações periódicas, através de artigos científicos. Os livros de leitura corrente abrangem as obras referentes aos diversos gêneros literários e também obras de divulgação, isto é, as que objetivam proporcionar conhecimentos científicos e técnicos. Já as publicações periódicas são aquelas editadas em fascículos, em intervalos regulares ou irregulares, com a

colaboração de vários autores, tratando de assuntos diversos, embora relacionado a um objetivo definido (GIL, 2002).

Para alcançar o objetivo geral do trabalho foram traçados objetivos específicos e questões de pesquisa, conforme discriminado no capítulo introdutório. Para avançar nos resultados esperados deste trabalho, é necessário avançar nos conceitos-chave a serem abordados pela revisão da literatura, de forma que se tenha uma consistente pesquisa bibliográfica nacional e internacional.

Logo, o levantamento da literatura foi organizado da seguinte forma, de acordo com os conceitos-chave da pesquisa:

- Gestão por Processos – conceituação de gestão por processos nas organizações e de processos voltados para o negócio;
- Maturidade de Processos – conceituação de maturidade e descrição dos principais modelos abordados na literatura;
- Metodologias de Estimativa de Custos – descrição das principais metodologias internacionais em estimativa de custos para projetos de investimentos reais;
- Apoio Multicritério a Decisão: Lógica *Fuzzy* – breve introdução sobre lógica *fuzzy*, conjuntos e operações *fuzzy*, variáveis linguísticas e funções de pertinência.

2.1 Gestão por Processos

Segundo SLACK *et al.* (1997) processo é definido como um conjunto de recursos de entrada (*input*) utilizados para transformar algo ou para ser transformado em saídas (*outputs*) de bens e serviços. A figura a seguir mostra o modelo de transformação proposto pelos autores.

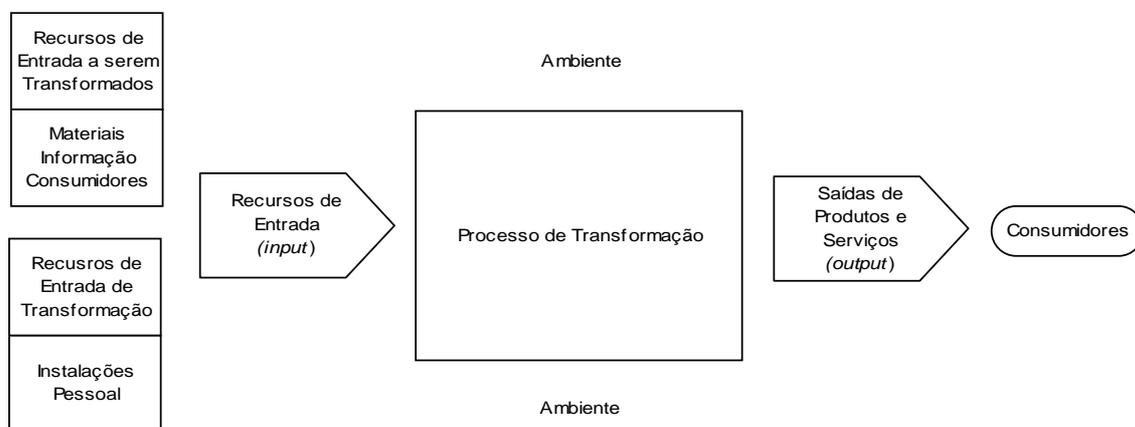


Figura 12 - Processo input - transformação – output (Slack, et al., 1997).

Já para HARRINGTON (1991) *apud* SEFFRIN e MALANOVICZ (2009) processo é visto como um grupo de tarefas que utilizam recursos organizacionais para a obtenção de resultados que apoiem aos objetivos das empresas. Quando o conceito de processo é aplicado a uma organização ou negócio, o termo processo de negócio passar a ser mais utilizado (BALDAM *et al.*, 2007 *apud* SEFFRIN e MALANOVICZ, 2009). Em seus estudos, HARRINGTON (1991) *apud* SEFFRIN e MALANOVICZ (2009) indica que os processos produtivos correspondem somente a 10% do custo do valor do produto, ao passo que os processos de apoio correspondem a mais de 50%. O autor indica também que a gestão por processos nas organizações deve ser orientada para avaliar o processo como um todo, dentro de uma visão holística, afim de que as barreiras não tornem uma organização ou departamentos um grupo de empresas isoladas.

Já na publicação de SANTOS DE MELO *et al.* (2010) os autores colocam processo como o desenvolvimento dos fluxos horizontais e verticais através de múltiplos processos de negócios que possibilitam o alcance dos objetivos estratégicos das organizações. Na figura seguinte, os autores propõem o seguinte fluxo:



Figura 13 - Processo de negócio (Santos de Melo et al., 2010).

Para HAMMER (2001) processo de negócio é um grupo de atividades estruturadas e mensuradas com resultados para um determinado cliente, ou seja, a maneira como um setor ou organização realiza o seu trabalho de forma interligada a partir de entradas (*inputs*) e saída (*outputs*). Logo, para PORTER (1989), essas atividades podem se tornar fonte de vantagem competitiva, quando executadas de uma forma mais estruturada e interligada do que a concorrência.

Segundo ROHLOFF (2009) a gestão por processos de negócio é uma prática de gestão que engloba todas as atividades de identificação, definição, análise, desenho, execução, monitoramento e medição, através de uma melhoria contínua de seus processos. Já para LEE e DALE (1998) a gestão por processos é a responsabilidade conferida aos funcionários para identificar, documentar, medir a efetividade e melhorar seus processos-chave. Estes autores também recomendam que o gestor do processo principal e a equipe devem continuamente monitorar o desempenho do processo, avaliarem preventivamente resultados e identificarem oportunidades de melhorias, assim como é feito num ciclo PDCA.

Para HAMMER e STANTON (1999), MCCORMACK *et al.* (2003), CROXTON *et al.* (2001) apud SANTOS DE MELO *et al.* (2010) as empresas estão promovendo a revisão de suas estruturas excessivamente funcionais e iniciando um caminho, em termos de maturidade dos processos, em direção à gestão de processos. Esses autores apresentam os processos de negócios como verdadeiros vetores de criação de valor para os clientes e não apenas o bom desempenho das funções organizacionais.

Para uma contextualização da gestão de processos nas organizações, pode-se identificar os seguintes movimentos históricos (PAIM *et al.*, 2008):

- Administração Científica no início do século XX;
- Gestão da Qualidade Total e Sistema de Produção Enxuta da Toyota nas décadas de 70 e 80;
- Reengenharia, *Six Sigma*, Gestão do Conhecimento, Práticas de *Benchmarking*, Modelos de Maturidade de Processos, ERP na década de 90;
- Redesenho de Processos, Modelos de Maturidade Integrados para toda a Organização (BPMM, PEMM), Processo Integrado de *Supply Chain* do ano 2000 em diante.

Os autores DE SORDI e TORRES (2002) apud SEFFRIN e MALANOVICZ (2009) apontam uma série de iniciativas dentro das organizações com relação ao Gerenciamento de Processo dos Negócios:

- Descrição e Normalização de Processos – desenhos de fluxogramas, atribuições de responsabilidades e indicadores de desempenho;

- Otimização do Processo de Negócio – simulação, avaliação de tempos de resposta, melhoria contínua, métricas, utilização de práticas de *benchmarking* e prática de *outsourcing* nas atividades;
- Integração do Processo de Negócio – integração de processos e sistemas;
- Estratégias e Processos – alinhamento dos processos à estratégia e plano de negócios da empresa;
- Qualidade e Processos – impacto dos processos na qualidade dos serviços;
- Recursos Humanos – garantir a atuação em sinergia das características culturais e de recursos humanos da empresa.

Para alguns autores como HARRINGTON (1993), RUMMLER e BRACHE (1994), os principais benefícios da Gestão por Processos incluem o aumento da confiabilidade dos processos, menor tempo de resposta, custos menores, melhoria da capacidade de produção, redução da burocracia, aumento dos lucros e melhoria da satisfação da equipe.

Já para MCCORMACK *et al.* (2009) o conceito de gestão por processos nas organizações deriva do pleno entendimento de que os processos possuem ciclos de vida ou estágios de desenvolvimento que deverão estar claramente definidos, gerenciados, medidos e controlados através do tempo. No que diz respeito à avaliação dos processos MCCORMACK e JOHNSON (2001) apresentam as seguintes dimensões:

- Controle e mensuração de processos, os quais incluem métricas e indicadores, principalmente relacionados a *outputs* produzidos, *lead time*, estimativa de custos e variabilidades do processo;
- Processos de trabalho que incidem sobre os processos e não sobre as funções dentro de uma ótica multifuncional e interdepartamental;
- Visão dos processos através de uma visão horizontal da funcionalidade do negócio.

MCCORMACK *et al.* (2009) recomenda ainda que altos níveis de maturidade em qualquer processo é resultado de:

- Melhor controle sobre os resultados;

- Melhoria na previsão de metas, custos e desempenho;
- Maior efetividade em metas já definidas;
- Melhoria na habilidade gerencial para propor novos indicadores de desempenho.

2.2 Maturidade de Processos

Maturidade é, segundo HARMON (2009), a idéia de que as organizações maduras fazem as coisas sistematicamente, enquanto que as imaturas atingem seus resultados em decorrência de esforços heróicos dos profissionais utilizando abordagens muitas vezes intuitivas. Para ROSEMANN e BRUIN (2005), a noção de maturidade tem sido proposta por diversos autores e abordagens como forma de avaliar “o estado de plenitude ou perfeição do seu crescimento ou desenvolvimento”.

Já para RÖGLINGER *et al.* (2012) os modelos de maturidade representam uma proposta descritiva de como identificar níveis desejáveis de maturidade futuros e prover um roteiro de como implementar medidas de desempenho voltadas para melhoria contínua. Então, segundo SANTOS DE MELO *et al.* (2010), uma maior maturidade dos processos de negócio indica capacidades demonstradas pelas empresas em esforços de padronização, medição, controle e melhoria contínua dos processos e na criação de valor. Para SAXENA (2008) os modelos de maturidade podem ser utilizados em diversas situações dentro de uma organização, onde as principais aplicações são:

- Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos;
- Desenvolvimento de Sistemas;
- Segurança de Sistemas;
- Gestão do Conhecimento;
- Gerenciamento de Projetos;
- Desenvolvimento de Produtos e Processos.

Atualmente, modelos de maturidade de processos podem ser encontrados na literatura. A dissertação de Mestrado de MOREIRA (2010) propôs um estudo exploratório sobre os principais modelos a partir de 1993 e apresentou a seguinte linha do tempo:

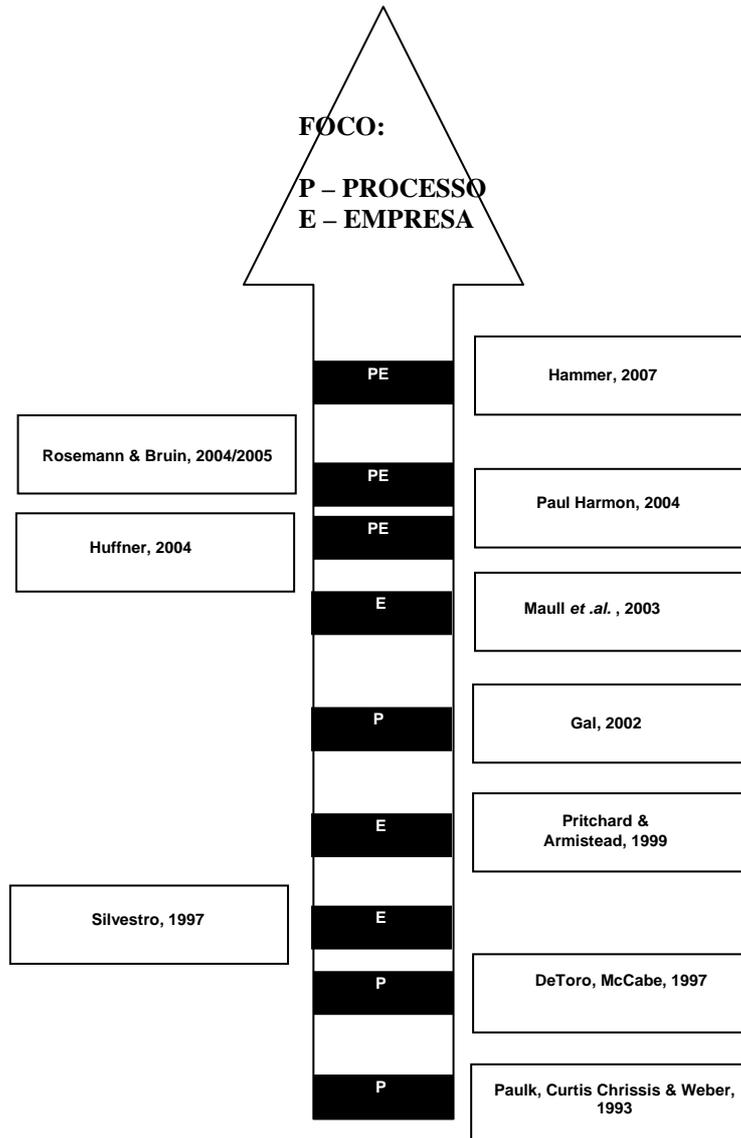


Figura 14 - Abordagem Histórica dos Modelos de Maturidade (Adaptado de Moreira, 2010).

Através desta linha do tempo nota-se o foco essencialmente no processo até 1997. A partir de então surgiram também estudos voltados para a maturidade das empresas. Porém, segundo ROSEMANN e BRUIN (2005) a base comum para todos estes modelos foi o chamado *Capability Maturity Model* (CMM) desenvolvido pelo *Software Engineering Institute – SEI* da *Carnegie Mellon University* e teve sua primeira versão lançada em Agosto de 1991 (HARMON, 2009). Este modelo foi desenvolvido para avaliar a maturidade dos processos de desenvolvimento de softwares e baseia-se nos conceitos de organizações maduras e imaturas. Porém, com o desenvolvimento de outros modelos, a aplicação foi diversificada para vários segmentos de negócios (HARMON, 2004).

CROSBY (1979) apresentou seu trabalho sobre Grid de Maturidade em Gerência da Qualidade com a finalidade de criar uma metodologia de avaliação do grau de maturidade na gestão de diversos processos de qualidade, através de cinco estágios: Incerteza, Despertar, Esclarecimento, Sabedoria e Certeza. Muitos modelos de maturidade mais recentes utilizaram as idéias de CROSBY (1979) em seus conceitos e estruturação metodológica.

A abordagem de PAULK *et al.* (1993) reforçou a idéia de que a melhoria na maturidade resulta em um aumento da capacidade e previsibilidade dos processos das organizações. Além disso, a idéia da comparação entre alta e baixa maturidade também deriva dos conceitos de PAULK *et al.* (1993), que apresentam em seus estudos um quadro comparativo para facilitar este entendimento.

A abordagem de DELTORO e McCABE (1997) afirma que a gestão por processos pode ajudar na melhoria do desempenho da organização. Fornece ainda, um guia de como escolher a abordagem apropriada para a melhoria do processo e categorizá-los em cinco classes: insalubre; não competitivo; competitivo; melhor da classe; e, classe mundial. Estes autores também abordam a questão da maturidade utilizando duas dimensões, eficiência e eficácia. Na abordagem de PRITCHARD e ARMISTEAD (1999), os autores citam cinco fases da gestão por processos: não iniciada; apenas começando; avançou de alguma forma; bem avançada; e, classe mundial. Como também, elaboraram um estudo de caso em organizações europeias, de acordo com seu nível e progressão em termos de processos de negócio. Foram encontradas evidências que a maioria estava em uma fase precoce da gestão por processos.

A abordagem de GAL (2002) apud MOREIRA (2010) desenvolve um modelo para avaliar o processo de gestão da indústria de serviços. São identificados 201 critérios importantes, os quais são distribuídos em 29 categorias, abrangendo aspectos importantes da organização. Na abordagem de MAULL *et al.* (2003) são apresentados cinco fatores subdivididos em 10 dimensões que caracterizam a maturidade na gestão por processos. Os autores identificaram cinco estágios na maturidade: fase inicial do projeto de redesenho dos processos; término da definição do projeto e início da execução; fase final da conclusão do projeto; captura de conhecimento sobre o projeto concluído; e, utilização do conhecimento adquirido para aplicar o redesenho de processos em toda a organização. Na tentativa de implantar os modelos de maturidade MAULL *et al.* (2003) encontraram problemas por não utilizarem indicadores objetivos.

Eles tentaram definir maturidade utilizando duas dimensões (tempo, tamanho de equipe, etc.), porém não obtiveram muito êxito.

Já HARMON (2009) desenvolveu um guia para avaliar uma organização e seus processos, com vista a aumentar o interesse e o conhecimento nas práticas de processos de negócios. Essa abordagem é baseada no modelo CMM, onde o autor define cinco níveis de maturidade: inicial; repetível; definido; gerenciado; e, otimizado; fornecendo uma explicação para cada nível e o número de ações a serem implantadas. Este modelo tira o foco no desenvolvimento de *software* (CMM) e amplia para outros segmentos da organização. No mesmo ano, GARDNER (2004) propôs um modelo informal que descreve o conjunto de passos para a adoção do BPM – *Business Process Model*.

No ano seguinte, ROSEMANN e BRUIN (2005) divulgaram os resultados de seu modelo holístico (ROSEMANN e BRUIN, 2004) de maturidade dos processos através do BPM, mais abrangente que os modelos existentes. O modelo baseou-se na identificação de 6 fatores-chaves para a implementação da gestão por processos e, ainda, para 5 áreas de capacitação, onde a maturidade é avaliada mais profundamente. Segundo HARMON (2009) este modelo representou o maior avanço na avaliação da maturidade de processos.

O modelo do *Business Process Maturity Model* (BPMM) da OMG, *Object Management Group*, é uma adaptação do modelo CMM e foi criado por CURTIS e WEBER (2008) para ser uma metodologia de transformação organizacional. Este modelo é abordado no próximo tópico referente aos principais modelos de maturidade.

Finalmente, HAMMER (2007) propôs um modelo com uma abordagem mais informal, que engloba dois tipos de atributos: viabilizadores de processos, ligados aos processos em si, e capacidades organizacionais, ligados a toda organização. O autor denominou esta metodologia como *Process and Enterprise Maturity Model* (PEMM), o qual também é abordado no próximo tópico.

2.3 Modelos de Maturidade

A seguir, são descritos os principais modelos de maturidade de processos desenvolvidos atualmente e que apresentam maior relevância acadêmica, segundo ROHLOFF (2009): *Capability Maturity Model (CMM)*; *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*; *Business Process Maturity Model (BPMM)*; e, *Process and Enterprise Maturity Model (PEMM)*. Além destes, também é descrito o *Enterprise*

Contract Management Maturity Model (ECM-MM) criado por SAXENA (2008), que é derivado do CMM da SEI, o qual servirá de apoio teórico e metodológico para o desenvolvimento do modelo de maturidade do processo de estimativa de custos, um dos objetivos específicos desta dissertação.

2.3.1 *Capability Maturity Model (CMM)*

Como já dito anteriormente, o CMM foi desenvolvido pelo *Software Engineering Institute* da *Carnegie Mellon University* e é focado no desenvolvimento dos softwares como um esforço para as organizações melhorarem seus processos (PAULK *et al.*, 1993)

Tal modelo foi inspirado no Grid de Maturidade de CROSBY (1979) e fornece às organizações elementos essenciais para o incremento do nível de maturidade dos processos de Pesquisa & Desenvolvimento, em um setor marcado por complexos processos de desenvolvimento do produto e que necessariamente requerem a integração de múltiplas competências profissionais.

Este modelo abrange cinco níveis de maturidade: Inicial – Repetitivo – Definido – Gerenciado – Otimizado (HARMON, 2009), conforme figura seguinte. Cada nível de maturidade define requisitos para si e como o próximo nível deve ser atingido.

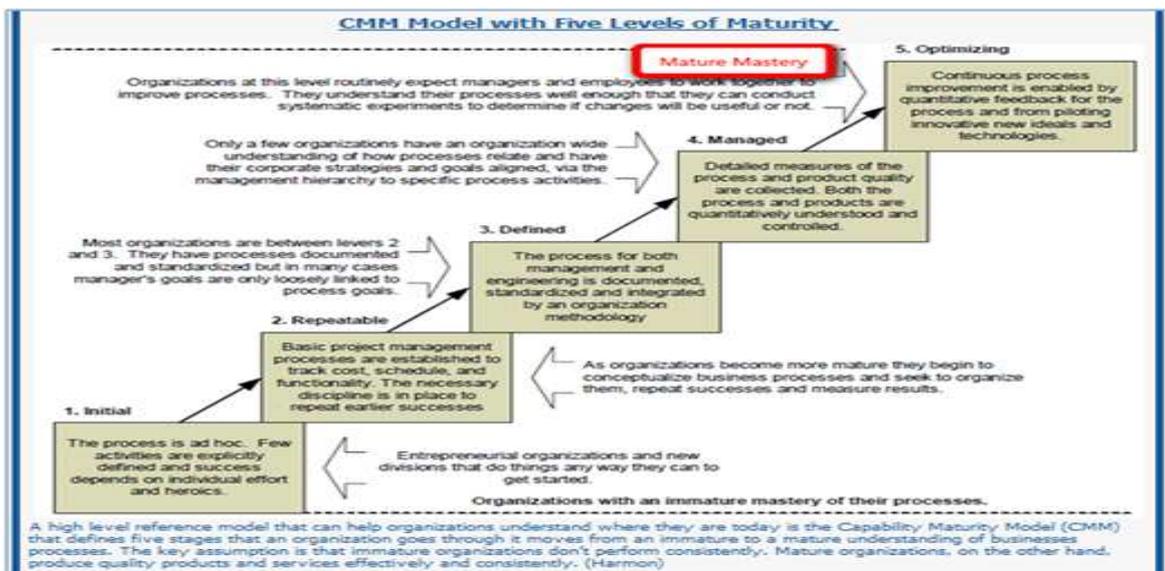


Figura 15 - Os cinco níveis de maturidade de processos CMM (HARMON, 2009).

2.3.2 *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*

A evolução do CMM originou o *Capability Maturity Model Integration (CMMI)* que é utilizado para orientar a melhoria dos processos relacionados a um projeto, departamento ou organização inteira, integrando funções organizacionais e definindo metas e prioridades para a avaliação crítica dos processos atuais (SEI, 2010). O CMMI é uma generalização do modelo CMM original e descreve a maturidade de outros tipos de processos dentro de qualquer organização (HARMON, 2009).

Segundo ROHLOFF (2009) o CMMI utiliza questionários padronizados e critérios de avaliação para assessorar as organizações no desenvolvimento de seus processos e identificar suas forças e fraquezas. O próprio SEI (2010) inclui os seguintes benefícios para o CMMI:

- As atividades organizacionais e os respectivos processos possuem metas de desempenho necessariamente vinculadas às metas estratégicas do negócio;
- O modelo amplia a visibilidade das atividades, a fim de ajudar as empresas a garantirem que o seu produto ou serviço atenderão às expectativas do cliente;
- A organização desenvolve sua curva de aprendizagem seguindo a implantação recorrente de novas e melhores práticas.

Segundo HUFFNER (2007) este modelo introduz duas abordagens distintas, uma por fases e outra contínua. A abordagem por fases mede a maturidade dos processos de toda a organização, enquanto que a abordagem contínua avalia a melhoria em área específicas dos processos. A diferença importante entre essas duas abordagens, é que a primeira oferece a ordem em que as melhorias devem ser realizadas, porque cada nível de maturidade é pré-requisito para o nível seguinte. Já a abordagem contínua, foca em um processo de forma individual e na sua própria capacidade.

2.3.3 *Business Process Maturity Model (BPMM)*

De acordo com MCCORMACK *et al.* (2009) o BPMM da OGM, *Object Management Group*, apoia-se em modelos de maturidade presentes na literatura, na gestão por processos, no Grid de Maturidade de CROSBY (1979) e nas diretrizes do CMM.

Segundo AGGIO (2008) apud MOREIRA (2010) o BPMM possui alguns princípios básicos, tais como:

- Atributos de um processo podem ser avaliados para determinar sua capacidade de contribuir com os objetivos da organização;
- Processos não qualificados podem não sobreviver, a menos que a organização possua maturidade suficiente para mantê-los;
- A melhoria contínua de processos é introduzida da melhor forma como sendo um programa de mudanças organizacionais que busca aumentar a capacidade da organização;
- Cada estágio ou nível de maturidade traça fundamentos requeridos nos quais as futuras melhorias podem ser construídas.

O BPMM (2008) é representado por cinco níveis de maturidade, conforme ilustrado na figura seguinte.

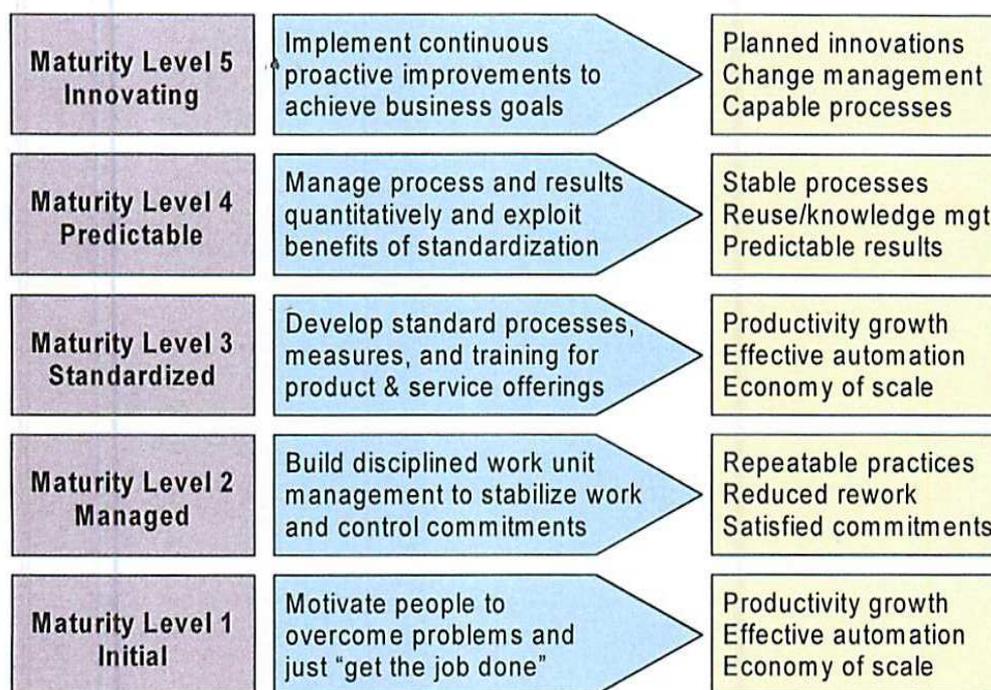


Figura 16 - Níveis de Maturidade versus Fases de Desenvolvimento de Processos (BPMM, 2008).

Cada nível de maturidade ou estágio do BPMM (2008) representa a maneira como a organização é transformada, na medida em que seus processos e capacidades são aperfeiçoados. A descrição de cada processo é a seguinte:

Tabela 1 - Níveis de Maturidade do BPMM (2008).

Níveis	Descrição
Inicial	Não há objetivos específicos. Sucesso nas organizações depende da competência e heroísmo das pessoas e não sobre o uso de processos comprovados.
Gerenciado	O objetivo é criar uma base de gestão por processos dentro de cada unidade de trabalho ou projeto.
Padronizado	O objetivo é estabelecer e usar um processo comum na organização para obter consistência na forma como o trabalho é realizado para fornecer os produtos e serviços da organização.
Previsível	O objetivo é gerenciar e explorar a capacidade da organização para obter resultados previsíveis com variação controlada.
Inovando	O objetivo é melhorar continuamente os processos da organização e os seus resultados através da prevenção de defeitos e problemas, capacidade de melhoria contínua e planejar inovações.

2.3.4 Process & Enterprise Maturity Model (PEMM)

Segundo HAMMER (2007) as empresas precisam ter certeza que seus processos de negócio tornem-se mais maduros, ou em outras palavras, que eles devem ter a capacidade de realizar um alto desempenho organizacional. Para que isso se concretize, as empresas devem desenvolver dois tipos de características: viabilizadores de processos, focado em processos individuais e capacidades organizacionais, válidas para a toda a empresa.

Esses atributos foram classificados da seguinte forma (HAMMER, 2007):

Tabela 2 - Modelo PEMM (<http://hbr.org/2007/04/the-process-audit/ar/1>).

Atributos	Tipo	Descrição
Viabilizadores de Processos	Desenho	Abrangência da especificação de como o processo deve ser executado.
	Executores	Quem executa o processo, principalmente em termos de habilidades e conhecimentos.
	Responsável	Alto executivo que tem a responsabilidade pelos processos e seus resultados.
	Infra-Estrutura	Informação e sistemas de gestão que apóiam o processo.
	Métricas	Indicadores utilizados para monitorar o desempenho do processo.
Capacidades Organizacionais	Liderança	Alto executivos que apóiam a criação dos processos.
	Cultura	Valores como foco no cliente, trabalho em equipe, imputabilidade pessoal e disposição para mudança.
	Conhecimento	Capacitação e metodologia para redesenho de processos.
	Governança	Mecanismos para gerenciamento complexo de projetos e iniciativas de mudança.

Um processo deve ter um desenho bem delineado, sem isso o executante não saberá nem quando, nem onde fazer. Os executores devem ter a capacitação e conhecimentos adequados, sem isso serão incapazes de executar e melhorar o processo. É preciso ter um responsável na Alta Administração com autoridade para garantir que o processo alcance os resultados, sem perder a direção. A empresa deve ter o respaldo da sua infraestrutura, sistemas de informação e RH, também para apoiar o processo. E, por último, deve usar métricas certas para avaliar o desempenho do processo ao longo do tempo, sem isso, não terá como medir os resultados esperados.

Todos esses viabilizadores são interdependentes, na ausência de um os demais são ineficazes, e dão ao processo um potencial de gerar alto desempenho.

De acordo com HAMMER (2007) são identificados e definidos quatro níveis de viabilizadores de processos: P-1, P-2, P-3 e P-4. A força dos viabilizadores indica o nível de maturidade do processo ou sua capacidade de promover um alto desempenho ao longo do tempo. Se os cinco viabilizadores citados (desenho, executores, responsável, infraestrutura e métricas) estiverem no nível P-1, o processo está no nível P-1. Se quatro viabilizadores subirem para outro nível, não dá para afirmar que o processo atingiu este patamar, ou seja, seu nível continuará abaixo. Se qualquer dos viabilizadores não atingir sequer o nível P-1, então o processo fica automaticamente no nível P-0.

Ainda existem quatro níveis de capacidades organizacionais: E-1, E-2, E-3 e E-4. As capacidades mais fortes abrem caminho para viabilizadores mais fortes, gerando processos com melhor desempenho. Logo, a empresa com capacidade E-1 em liderança, cultura, conhecimento e governança, está apta para alcançar os viabilizadores de processo em nível P-1, e assim sucessivamente.

Por fim, segundo HAMMER (2007), o PEMM é diferente de outros modelos de maturidade dos processos, como por exemplo, o CMM (SEI) que é mais válido para processos específicos como desenvolvimento e aquisição de softwares, como também identifica as melhores práticas para processos específicos e avalia a maturidade da organização de acordo com o total de práticas implementadas. Já o PEMM é aplicável para empresas de todos os setores e não especifica em um processo em particular. O modelo pode ser aplicado a todos os processos de uma empresa, permitindo uma abordagem única por toda a organização, e de fácil comparação entre os resultados.

2.3.5 Enterprise Contract Management Maturity Model (ECM-MM)

Segundo SAXENA (2008) o ECM-MM ou ECM é uma ferramenta de gestão para apoiar os gerentes na forma de conduzir a melhoria contínua nos processos e sistemas, baseados nas melhores práticas. É centrado sobre as exigências para eficazmente e eficientemente se controlar todos os estágios do ciclo de vida do contrato dentro de uma organização, melhorando as interações da organização com seus fornecedores, clientes e outros parceiros de negócio.

A principal motivação para se desenvolver o modelo ECM tem sido a de se atingir os seguintes objetivos (SAXENA, 2008):

- Ajudar as organizações que empreendem uma aplicação do modelo ECM. Tais organizações necessitam avaliar seus atuais processos e sistemas, assim como comparar seu corrente estado com o estado ótimo, determinar áreas de melhoria baseando-se nos *gaps* identificados e necessitam definir a sequência das medidas que devem ser tomadas para assegurar o cumprimento dos objetivos;
- Auxiliar na melhoria dos processos de maneira mensurável, organizada e previsível. As organizações que planejam sua evolução de forma sistemática têm uma vantagem competitiva sobre aquelas forçadas a mudar pelos eventos que emperram o processo de avaliação da maturidade;
- Fornecer melhores práticas, padrões e diretrizes aos profissionais envolvidos nos processos de contratação;
- Focalizar os investimentos das organizações nas ferramentas de ECM, em treinamento, definição de processo e práticas de gestão;
- Fornecer parâmetros de garantia de capacidades básicas, por exemplo, confiabilidade baseada na maturidade de processos e de práticas de ECM.

Outro ponto a ser considerado sobre os processos de ECM é que a melhor prática de gestão de processos hoje não será necessariamente considerada a melhor no futuro. Uma vez que as organizações com visão de futuro adotam essas melhores práticas, continuarão a evoluir e melhorar seus processos e sistemas, criando novas e melhores práticas. Desta forma, os indicadores do modelo ECM devem ser continuamente atualizados.

Embora o ECM seja um modelo específico para melhorar e avaliar a capacidade de gestão de contratos de uma organização, não se deve pensar que possa tratar estes processos de forma isolada, em relação aos outros processos da organização. Ao contrário, o ECM promove tal integração, considerando que estes processos atravessam múltiplos estágios na organização. Conseqüentemente, este modelo serve para integrar e coordenar processos que sejam fatores críticos de sucesso em uma organização.

O ECM consiste nos cinco níveis de maturidade dos processos (SAXENA, 2008):

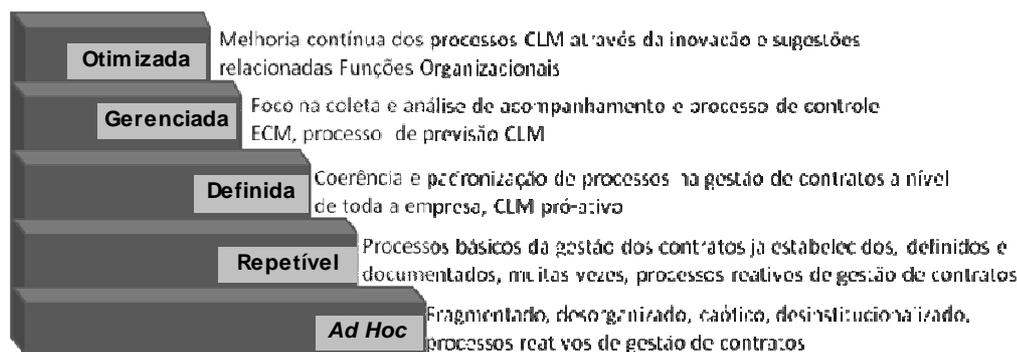


Figura 17 - Níveis de Maturidade ECM-MM (Adaptado de SAXENA, 2008).

1. “*Ad Hoc*”: Este nível de maturidade é indiscutivelmente o nível inicial, em que uma organização conduz suas atividades contratando de uma maneira não sistemática, oportunista e frequentemente caótica. Nenhum processo formal para contratar é definido ou documentado neste nível inicial, e cada elaborador de contrato desenvolve e executa contratos como julgar mais apropriado. Desta forma, o sucesso ou o fracasso de um contrato em atender as necessidades das partes envolvidas tem pouco ou nenhum impacto nos desenvolvimentos futuros. Por exemplo, não há nenhum sistema interno para melhoria do processo de gerência do contrato. A qualidade dos contratos e o tempo exigido para produzir, negociar, aprovar e executar são imprevisíveis. A conclusão bem sucedida de um ciclo de vida de contrato depende de esforços específicos de alguns profissionais motivados.

2. Repetível: Neste nível de maturidade os processos de contratação existem, e os procedimentos para executar tais processos estão estabelecidos. Estes procedimentos ajudam os profissionais de contratação em executar as tarefas previamente estabelecidas com sucesso, e evitar a repetição de falhas passadas. Entretanto, o processo de contratação ainda atua de forma reativa. A maioria dos processos tem poucos procedimentos, tendo o foco em problemas recentemente identificados. Os procedimentos do modelo ECM são definidos, mas aplicados somente em contratos altamente complexos, contratos críticos ou de altíssimo valor.

Porém, este nível de maturidade ainda conta com a experiência individual de funcionários da organização, em detrimento da implantação de procedimentos documentados para toda a equipe.

3. Definida: Neste nível da maturidade as organizações definem formalmente, documentam e integram as várias atividades que devem ocorrer nos diferentes estágios do ciclo de vida do contrato. As ferramentas e técnicas, tais como, modelos de cláusulas e modelos de contratos, estão disponíveis para seus elaboradores auxiliando-os no desenvolvimento dos contratos. Linhas mestres existem para ajuda-los na seleção de modelos apropriados de contratos, para uma compra ou uma venda particular.

Além disto, modelos alternativos de cláusulas estão disponíveis para disponibilizar termos pré-aprovados a serem utilizados no lugar de termos padrões para cumprir exigências incomuns. Regras de aprovação são definidas claramente e procedimentos de segurança são estabelecidos para regular a colaboração interna e externa, permitindo o fluxo destes trabalhos através dos múltiplos tipos de contratos e das áreas de negócio da organização de forma mais consistente.

Os fatores-chave que distinguem este nível da maturidade são o uso de padrões e procedimentos consistentes de contratação, através de uma compreensão comum por toda a organização, das funções e responsabilidades dos profissionais em diferentes estágios do ciclo de vida do contrato.

4. Gerenciada: Quando uma organização progride do estágio definido para o estágio gerenciado da maturidade, uma mudança é evidente para seus objetivos em duas áreas chaves: produtividade dos processos de contratação e qualidade dos instrumentos contratuais. A maioria, se não todas, organizações com este nível de maturidade empregam uma ou várias soluções do modelo ECM. Tais soluções são usadas tipicamente para coletar e analisar dados em diferentes estágios do ciclo de vida dos contratos. Este foco na análise qualitativa permite que as organizações melhorem seus processos de controle definindo parâmetros de desempenho, de modo que estejam rotineiramente dentro de limites aceitáveis. A melhoria do controle de tais soluções gera resultados consistentes e previsíveis em cada estágio do ciclo de vida do contato.

5. Otimizada: No nível mais elevado da maturidade o foco da organização está na melhoria contínua dos processos e sistemas, voltados para o modelo ECM. Uma organização que alcance o nível da maturidade de otimização pode continuamente identificar e tratar fraquezas de forma pró-ativa, em diferentes fases do ciclo de vida de seus contratos. Os profissionais de contratação de tais organizações esforçam-se continuamente para aumentar seu conhecimento, através de aprendizado com recursos

externos ou internos, tais como cursos, seminários, *workshops* de lições aprendidas, etc. As melhorias ocorrem por avanços incrementais em processos existentes e por inovações tecnológicas.

Segundo SAXENA (2008) a medida que uma organização ascende de um nível da maturidade ao próximo, seus custos e exposição aos riscos são reduzidos. De outra forma a capacidade dos processos e a aderência às políticas, aos procedimentos e às diretrizes da organização melhoram. A consequência natural deste processo é um aumento gradual e previsível da eficiência e uma melhoria geral nas operações e no desempenho da organização.

2.4 Metodologias em Estimativas de Custos

A função inicial do processo de estimativa de custos é a previsão de recursos que podem ser utilizados para a decisão quanto à execução de um ou conjunto de projetos. Serve como importante fonte de informação no desenvolvimento de projetos através da sua negociação, documentação e controle. Segundo HUMPHREYS (2004), os gerentes de projeto devem conhecer sobre os princípios de engenharia de custos e entender que as consequências de uma má estimativa de custos podem levar a decisões gerenciais equivocadas.

De acordo com pesquisa bibliográfica elaborada na dissertação de Mestrado de SÁ (2009), as seguintes questões sobre estimativa de custos no desenvolvimento e implantação de novos projetos de investimento na literatura foram apontadas:

- HAMDI e THOMSOM (2001) identificaram que atrasos de cronograma e aumento de custos são típicos da maioria dos projetos, independente de seu segmento econômico;
- MORRIS & HOUGH (1991) sugerem que o estouro de orçamento em mega projetos é da ordem de 40% a 200%;
- BOUNDS (1998) afirma que apenas 26% dos projetos nos EUA são contemplados com os custos e prazos estimados;
- FLYVBJERG *et al.* (2002) mostra 9 em cada 10 projetos são vítimas da escalada de custos. Indica ainda que na época do estudo os custos estavam 28% maiores que as estimativas de custos;

- NORRIS (1971) e MURMANN (1994) apontam que estudos referentes a desvio de custos vão de 97% a 151%;
- KOLLTVEIT e GROANHAUG (2002) estudaram mega projetos na Noruega, onde mostram uma variação de -6% a 160% das estimativas de custos.

Para TRIVAILO *et al.* (2012) a falta de uma estrutura formal para documentação e controle dos métodos e práticas de estimativa de custos, combinados a uma ineficaz retenção das experiências anteriores, conhecimento e lições aprendidas, continuamente resultam em resultados ruins para os projetos e estouros nos orçamentos, particularmente para organizações de grande porte.

Estes mesmo autores também citam que, para promover a padronização e divulgação dos princípios de engenharia de custos em toda a indústria, principalmente para projetos de investimento reais, foram criadas associações e organizações, tais como: *Society of Cost Estimating and Analysis* (SCEA), *the Association of Cost Engineering* (ACE) e *International Cost Engineering Council* (ICEC).

Com base na pesquisa bibliográfica, referências mundiais da indústria de processo e recomendações das organizações especializadas em engenharia de custos, foram identificadas três metodologias internacionais que atendem à gestão e ao processo de estimativa de custos de diversos tipos de projetos de investimento reais: *Total Cost Management Framework – TCM* da ACE (2006), *Cost Estimating Handbook – CEH* da NASA (2002) e *Project Management Body of Knowledge – PMBOK* do PMI (2004). Estas três metodologias possuem abordagens muito semelhantes acerca do processo de estimativa e controle dos custos de projetos e como tal, a revisão dos principais conceitos é de fundamental importância não só para entender e mapear todo o processo em si, como também para servir de suporte teórico para análise da maturidade do processo, um dos objetivos específicos desta dissertação.

2.4.1 *Total Cost Management Framework (TCM)*

Segundo a ACE, o TCM (2006) é um somatório de melhores práticas e processos que as empresas utilizam para gerenciar o ciclo de vida dos custos de investimento de seus planos estratégicos.

O TCM é a aplicação efetiva da experiência técnica e profissional de planejamento e controle de recursos, custos, rentabilidade e riscos. É uma abordagem

sistemática à gestão de custos ao longo do ciclo de vida de qualquer empresa, programa, instalação, produto ou serviço. Isso é conseguido por meio da aplicação de princípios de engenharia e de gestão de custos, metodologias comprovadas, além de suporte das mais recentes tecnologias em gestão de processos (TCM, 2006).

Os Custos para o TCM (2006) incluem qualquer tipo de investimento para os ativos de uma empresa, os quais incluem recursos em prazo, financeiro, humano e físico. Total significa que a gestão de custos incide sobre todo o ciclo de vida dos ativos estratégicos da empresa. E empresa pode ser definida como qualquer negócio, entidade privada ou governamental, os quais planejam ou controlam ativos estratégicos. Ativos estratégicos são propriedades intelectuais ou físicas que geram valor em longo prazo para a empresa. Para muitos engenheiros de custos, ativos estratégicos são similares a projetos de investimentos reais.

A gestão por processos enfatiza a necessidade da empresa identificar seus processos de negócio e continuamente melhorá-los. Logo, o TCM (2006) é descrito como um mapa de processos que apóia continuamente a melhoria destes. Se a empresa ou o mercado estão em crescimento, a ênfase está direcionada para a criação ou expansão de ativos. Por outro lado, se a empresa ou mercado estão maduros, a ênfase pode ser direcionada apenas para manutenção dos ativos.

O TCM (2006) é um direcionador da qualidade dos processos, os quais representam um trabalho real para criar e entregar valor aos clientes. O processo consiste em *inputs*, *outputs* e mecanismos que transformam os *inputs* em *outputs*. Os *outputs* de um processo podem se transformar em *inputs* de outro. Os mecanismos de transformação são referenciados como ferramentas, técnicas ou sub-processos. O diagrama básico de processos utilizado pelo TCM (2006) é:

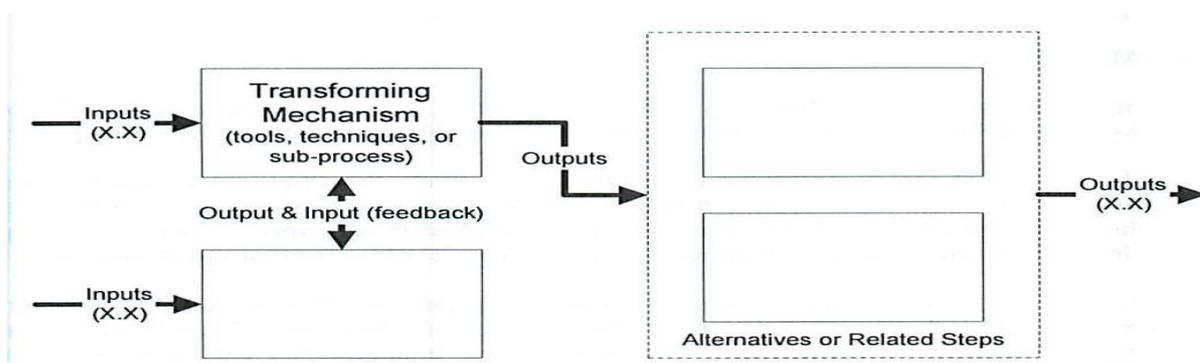


Figura 18 - Representação do Mapa de Processo do TCM (2006).

A figura seguinte mostra como o modelo PDCA (*Plan – Do – Check – Assess*) é aplicado no TCM. O processo básico é aplicado para cada ativo ou grupo de portfólio de ativos e então sendo desdobrado para os projetos. O Ciclo PDCA é uma gestão básica dos processos, primeiramente descoberto em 1930 por DEMING, e que conduz a uma orientação para processos e controle através da implantação de uma filosofia de melhoria contínua.

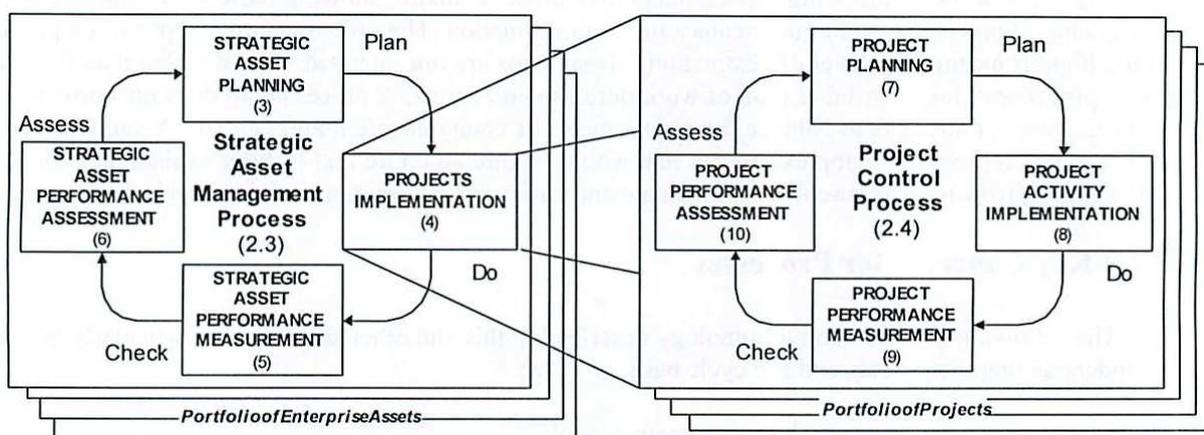


Figura 19 - Mapa de Processo do Gerenciamento de Custo Total do TCM (2006).

O Processo de Controle dos Projetos é o processo do estágio Fazer (“Do”) do Gerenciamento dos Ativos Estratégicos. Um projeto é o esforço temporário para a empresa criar, modificar, manter ou retirar um ativo. Durante o ciclo de vida do projeto, vários recursos são investidos no ativo pela equipe. As etapas deste processo incluem:

- Planejamento do Projeto – converte os requisitos do projeto em planos para investigar os recursos nas atividades do projeto;
- Implementação das Atividades do Projeto – planos do projeto e requisitos são comunicados para serem executados pelos membros da equipe do projeto;
- Medição do Desempenho do Projeto – inclui a medição do progresso das atividades do projeto e seu desempenho;
- Avaliação Corretiva do Desempenho do Projeto – medições do desempenho do projeto são comparadas aos planos e ações corretivas são implantadas.

Para o TCM (2006) tanto o Gerenciamento dos Ativos Estratégicos como o Controle dos Projetos são processos parecidos. Por exemplo, a estimativa de custos para o planejamento do primeiro é o método da estimativa estocástica, enquanto que para o segundo é o método das estimativas determinísticas. Para cumprimento dos objetivos e

atendimento aos objetivos desta dissertação, apenas o Processo de Controle de Projetos é abordado, especificamente o Processo de Estimativa de Custos, conforme discriminado na figura a seguir:

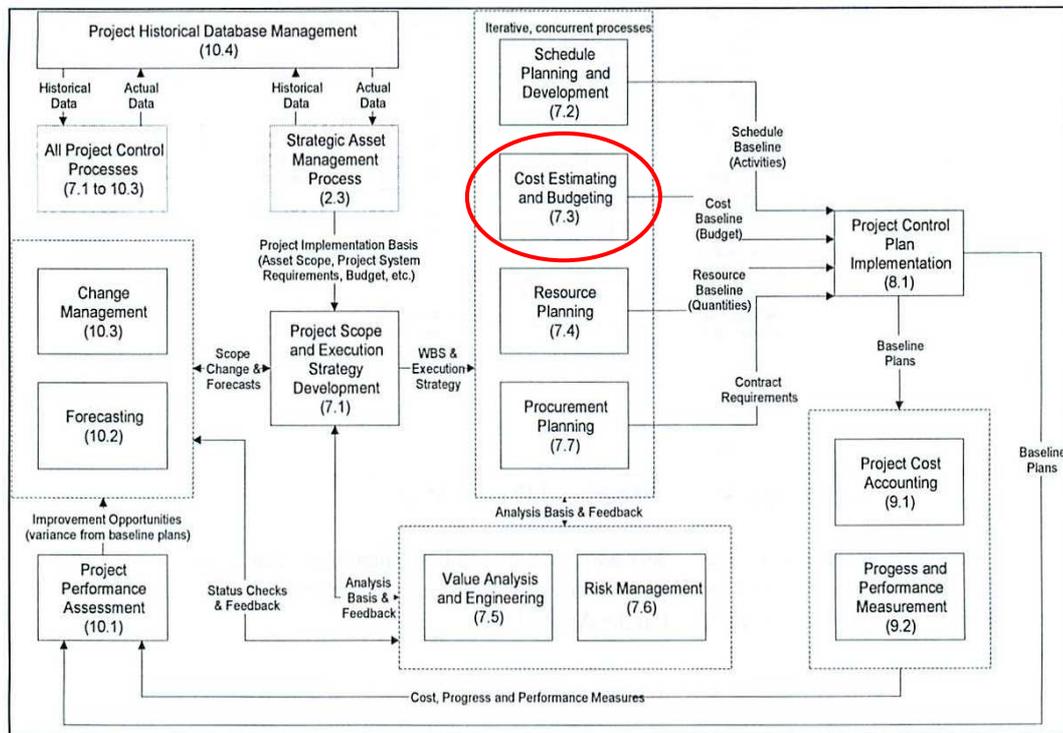


Figura 20 - Mapa de Processo do Controle de Projetos (Adaptado de TCM, 2006).

O TCM (2006) define estimativa de custos como um processo para quantificar e precificar os recursos requeridos pelo escopo do projeto. Já orçamentação é um sub-processo utilizado dentro da estimativa para alocar os recursos estimados em centros de custos, onde o desempenho destes custos são avaliados e medidos. É um processo utilizado para prever a incerteza de custos futuros, ou seja, minimizá-las em relação aos custos dos projetos, de acordo com um determinado nível de confiança da definição do escopo.

O processo de estimativa de custos é geralmente aplicado durante as fases dos ciclos de vida do projeto. À medida que o nível de definição do escopo aumenta, os métodos de estimativa tornam-se mais precisos. Logo, a utilização dos tipos específicos de técnicas e ferramentas de estimativa depende da fase em que o ativo ou projeto se encontra. Como também, a análise, desenvolvimento e manutenção das ferramentas e técnicas são etapas importantes do processo de estimativa de custos. Em muitas

indústrias, principalmente de processo, engenharia e construção, a estimativa de custos é uma disciplina reconhecida devido ao conhecimento específico requerido (TCM, 2006).

A AACE desenvolveu as práticas recomendadas 17-R (1997), 18-R (1997) e 56-R (2008) para fornecer métodos de classificação das estimativas de custos, em conformidade com o nível de definição de escopo do ativo ou projeto requerido. Este sistema de classificação define os *inputs* específicos necessários para produzir os *outputs* desejados com a qualidade pretendida para atender a cada fase do ciclo de vida do projeto. A Matriz de Classificação das Estimativas de Custos para Indústria de Processo e Construções em Geral é a seguinte:

Tabela 3 - Classes das Estimativas de Custos (AACE, 1997 e 2008).

	CARACTERÍSTICA PRIMÁRIA	CARACTERÍSTICA SECUNDÁRIA			
	NÍVEL DE DEFINIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	FINALIDADE	METODOLOGIA	INTERVALO ESPERADO DE EXATIDÃO Intervalos típicos de variação inferior e superior	
CLASSE DA ESTIMATIVA	% de Completitude	Propósito típico da Estimativa	Método Típico de Desenvolvimento da Estimativa	INDÚSTRIAS DE PROCESSO	EDIFICAÇÕES E CONSTRUÇÕES EM GERAL
Classe 5 (Fase 1)	0 % a 2%	Avaliação Conceitual	Ordem de Grandeza, Modelos Paramétricos, Julgamento ou Analogia	Inferior: -20% a -50% Superior: +30% a +100%	Inferior: -20% a -50% Superior: +30% a +100%
Classe 4 (Fases 1/ 2)	1 % a 15%	Estudo ou Viabilidade	Equipamento Fatorado ou Modelos Paramétricos	Inferior: -15% a -30% Superior: +20% a +50%	Inferior: -15% a -30% Superior: +20% a +50%
Classe 3 (Fase 2)	10 % a 40%	Orçamento, Autorização ou Controle	Custos Unitários Semi-detalhados com Materiais de Catálogo	Inferior: -10% a -20% Superior: +10% a +30%	Inferior: -10% a -20% Superior: +10% a +30%
Classe 2 (Fase 3 e Contratação)	30 % a 70%	Controle ou Licitação	Custos Unitários com Take-off Preliminar	Inferior: -5% a -15% Superior: +5% a +20%	Inferior: -5% a -15% Superior: +5% a +20%
Classe 1	50 % a 100%	Conferência ou Licitação	Custos Unitários com Take-off Definitivo	Inferior: -3% a -10% Superior: +3% a +15%	Inferior: -3% a -10% Superior: +3% a +15%

As características das classes das estimativas estão descritas conforme tabela seguinte (AACE, 1997):

Tabela 4 - Características das Classes das Estimativas de Custos (Adaptado de Prática Recomendada 18-R da AACE, 1997).

Classe	Nível de Definição	Precisão da Estimativa	Descrição	Métodos Utilizados
5	0% a 2%	-50% a +100%	Baseada em informações muito limitadas. As estimativas são elaboradas com prazo muito limitado e pouco esforço despendido. Apenas o tipo da planta, opções de localização e capacidade são conhecidos.	Curvas de Custo/Capacidade, Fatores de Escala de Operação, Fator de Lang, etc.
4	1% a 15%	-30% a +50%	Baseada em informações limitadas. As estimativas são utilizadas para projeção de cenários, viabilidade, avaliação conceitual e orçamento preliminar. As informações conhecidas são a capacidade da planta, <i>layout</i> , diagrama de fluxo de processo, engenharia de processo preliminar e listas de equipamentos principais.	Fatoração de Equipamento, Fator de Lang, etc.
3	10% a 40%	-20% a +30%	Estas estimativas são preparadas para formar a base para autorização orçamentária. As informações conhecidas são os diagramas de fluxo de processo, diagramas de utilidades, diagramas preliminares de tubulação e instrumentação, <i>plot plan</i> , engenharia de processos completa e lista de equipamentos.	Métodos mais determinísticos do que estocásticos. Maior detalhamento em termos de custos unitários.

2	30% a 70%	-15% a +20%	As estimativas são preparadas para formar a linha de base orçamentária para controle do projeto. Para fins de contratação, essa classe é utilizada como uma estimativa para validar os valores de uma licitação. As informações conhecidas são diagramas de fluxo de processos e utilidades, diagramas detalhados de tubulação e instrumentação, <i>plot plan</i> final, <i>layout</i> final, engenharia de processo completa, cotações de fornecedores e pré-planejamento do projeto executivo.	Métodos determinísticos. Envolve um grade detalhamento dos itens de custos.
1	50% a 100%	-10% a +15%	As estimativas são geralmente preparadas para partes discretas de todo o projeto. Estas partes do projeto são utilizadas pelas subcontratadas nas licitações ou pelos proprietários para checagem das estimativas. Esta classe deve ser preparada para partes do projeto para incluir uma estimativa de preço justo ou checagem da avaliação da estimativa para contrapor com o preço fornecido pela licitante ou com análise de pleitos. As informações conhecidas são os documentos de engenharia e <i>design</i> , assim como o projeto executivo e plano de comissionamento.	Envolve métodos determinísticos e um grande esforço de mão-de-obra. As estimativas são preparadas com um alto nível de detalhamento e são desempenhadas nas mais críticas áreas do projeto. Grande variedade de itens de custos e quantidades atualizadas.

O processo de estimativa de custos envolve a aplicação de técnicas que consistem na conversão das quantidades e informações de um determinado projeto em informações monetárias. Os *outputs* da estimativa são utilizados primeiramente como

inputs para o plano de negócios, análise de custos e decisões de investimento ou para os custos do projeto e controle dos prazos. O processo é apoiado por ferramentas e dados que são criados e mantidos para apoiar diversos tipos de estimativas que necessitam ser preparadas durante o ciclo de vida do projeto (TCM, 2006). A figura seguinte ilustra o mapa dos principais processos da estimativa de custos e orçamentação de novos ativos ou projetos.

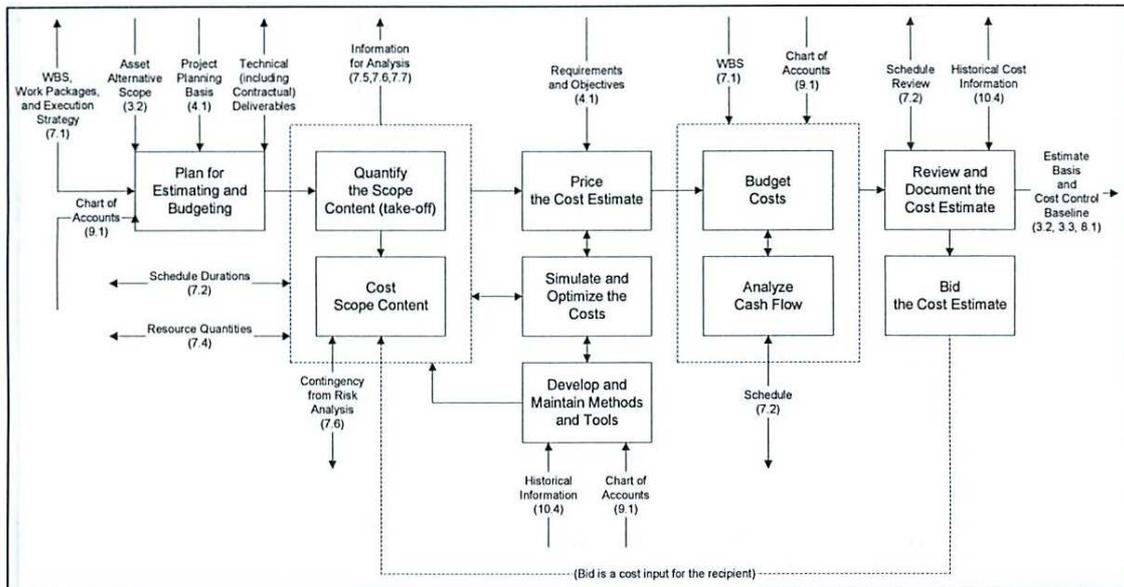


Figura 21 - Mapa do Processo da Estimativa de Custos e Orçamentação (TCM, 2006).

Os principais processos da estimativa de custos são:

- A. **Planejamento da Estimativa de Custos:** O planejamento envolve prazo, custos, recursos, ferramentas e métodos para seu desempenho durante cada fase;
- B. **Quantitativo do Escopo:** A definição do escopo de um investimento ou projeto é geralmente descrito por um planejamento variado de documentos técnicos, base de dados ou outros entregáveis, que devem ser quantificados no formato requerido pelos algoritmos da estimativa. Como por exemplo, a definição da quantidade de metros lineares das linhas de tubulação de uma determinada planta de processo;
- C. **Custo do Conteúdo do Escopo:** É a transformação da quantidade técnica e informações programadas do escopo em quantidades monetárias e financeiras, através da aplicação de algoritmos em estimativa de custos;
- D. **Formação do Preço de Venda da Estimativa de Custos:** Consiste na aplicação de técnicas, por parte das licitantes e contratadas, na aplicação de preços na

- estimativa para overhead (administração central) e lucros, endereçados às condições de mercado e interesses no negócio;
- E. **Simulação e Otimização de Custos:** Simulação refere-se aos métodos que aplicam fatores alternativos e combinação de parâmetros, ou que aplicam algoritmos alternativos. A Otimização refere-se aos métodos da avaliação de *trade-offs* entre os *inputs*, para maximizar ou minimizar um conjunto de objetivos que se pretende alcançar. Estes métodos são úteis para engenharia de análise de valor para aperfeiçoar as decisões de escopo em termos de custos;
 - F. **Custos Orçamentários:** Orçamentação inclui a alocação de alguns itens da estimativa de custos dos ativos ou projetos em centros de custos contábeis, onde o desempenho destes são medidos e avaliados. Os resultados da orçamentação são uma linha de base para o controle dos custos do projeto;
 - G. **Análise de Fluxo de Caixa:** Serve como base para valores aprendidos e outros métodos de controle de custos;
 - H. **Estimativa de Custos para Contratação:** Enquanto a licitação ou a proposta é a estimativa final para a contratada, para a proprietária é geralmente um *input* de custos para a estimativa do projeto;
 - I. **Revisão, Validação e Documentação da Estimativa:** Para assegurar a qualidade da estimativa de custos é necessário um processo de revisão dos seus parâmetros. A revisão e validação passam pela certeza de que a estimativa reflete os objetivos e escopo do ativo ou do projeto, e que está em conformidade com a contabilidade de custos e propósitos de controle, como também para atender aos requisitos financeiros dos *stakeholders*.
 - J. **Desenvolver e Manter Métodos e Ferramentas (Banco de Dados):** Dados históricos de custos, incluindo lições aprendidas, melhora a confiabilidade das estimativas de custos, porque é um processo de previsão. Portanto, um fator determinante para a qualidade dos *outputs* das estimativas de custos é a formação de um banco de dados robusto e confiável. O banco de dados deve ser formado por dados de mão-de-obra, custo unitário de materiais, índices e fatores, custos dos equipamentos e outros recursos disponíveis. O tipo de dado utilizado no algoritmo serve para converter as quantidades do escopo em custos, de acordo com a metodologia da estimativa utilizada. Os dados podem ser obtidos através de publicações externas ou recursos internos da organização.

Finalmente, os *inputs* para o processo de estimativa de custos e orçamentos são: definição de escopo do projeto, documentação técnica, cronograma, estrutura analítica do projeto (conjunto de pacotes de trabalho e atividades), estruturas contábeis, informações históricas de custos e informações de estimativas de projetos anteriores e semelhantes. Já os *outputs* para este processo são: linha de base de controle dos custos, quantitativos de recursos com custos, informações de custos para análise pelos processos seguintes, a base da estimativa (descrição do escopo, metodologias e referências utilizadas, considerações e exclusões feitas e alguma indicação do nível de risco e incertezas), e informações da estimativa que apóiam o desenvolvimento e manutenção do banco de dados.

2.4.2 *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)* do PMI

O *Project Management Institute* (PMI) é a principal associação mundial em gerenciamento de projetos. O PMI foi fundado em 1969 por cinco pessoas de vanguarda que entendiam o valor do networking, do compartilhamento das informações dos processos e da discussão dos problemas comuns de projetos. Após a primeira reunião oficial em outubro de 1969, no *Georgia Institute of Technology* em Atlanta (Geórgia – EUA), o grupo constituiu oficialmente a associação na Pensilvânia. A meta principal do PMI é avançar na prática, na ciência e na profissão de gerenciamento de projetos em todo o mundo, de uma maneira consciente e pró-ativa, para que as organizações em todos os lugares apóiem, valorizem e utilizem as práticas em gerenciamento de projetos para o alcance do sucesso dos mesmos.

O Guia PMBOK é um conjunto de conhecimentos, coordenado pelo PMI, em gerenciamento de projetos que é mundialmente conhecido pela indústria como boas práticas. Uma boa prática não significa que o conhecimento descrito deverá ser sempre aplicado uniformemente em todos os projetos, a equipe responsável pela gestão do projeto é quem deve determinar o que é adequado para um projeto específico.

Segundo o próprio PMBOK (2004) o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e da integração dos processos relacionados a iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e, encerramento. O gerente do projeto é o responsável pela realização dos objetivos e resultados estratégicos do projeto. Logo, o

guia é dividido nas seguintes áreas de conhecimento: Gerenciamento de Integração de Projeto; Gerenciamento do Escopo do Projeto; Gerenciamento do Tempo do Projeto; Gerenciamento do Custo do Projeto; Gerenciamento da Qualidade do Projeto; Gerenciamento de Recursos Humanos do Projeto; Gerenciamento das Comunicações do Projeto; Gerenciamento de Riscos do Projeto; e, Gerenciamento de Aquisições do Projeto. Para cumprimento dos objetivos desta dissertação é abordada apenas a área de conhecimento relacionada ao Gerenciamento dos Custos do Projeto.

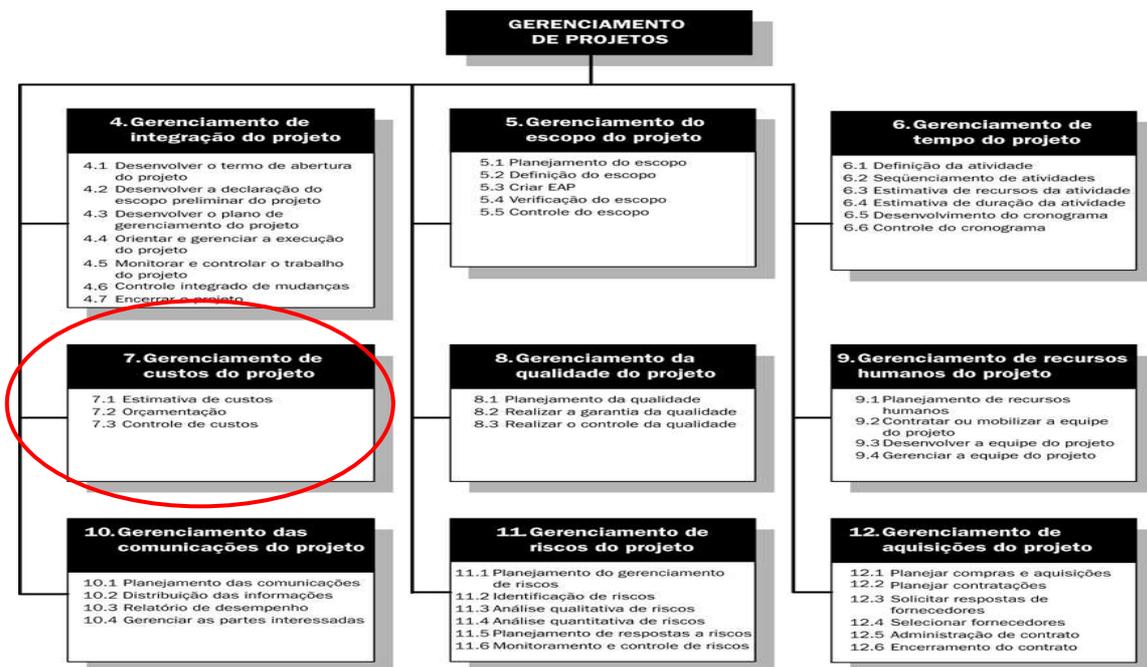


Figura 22 - Visão Geral do Gerenciamento de Projetos (Adaptado de PMBOK, 2004).

O gerenciamento dos custos do projeto envolve os processos da estimativa de custos, orçamentação e controle dos custos. Pelo PMBOK (2004), estimativa de custos envolve a previsão dos recursos necessários para terminar cada atividade do cronograma. A figura seguinte mostra o fluxo de cada processo do gerenciamento de custos, como também suas entradas e saídas. Porém, só são abordados os processos relativos à estimativa de custos e orçamentação, onde o controle dos custos está excluído do trabalho, por não fazer parte da investigação da pesquisa.

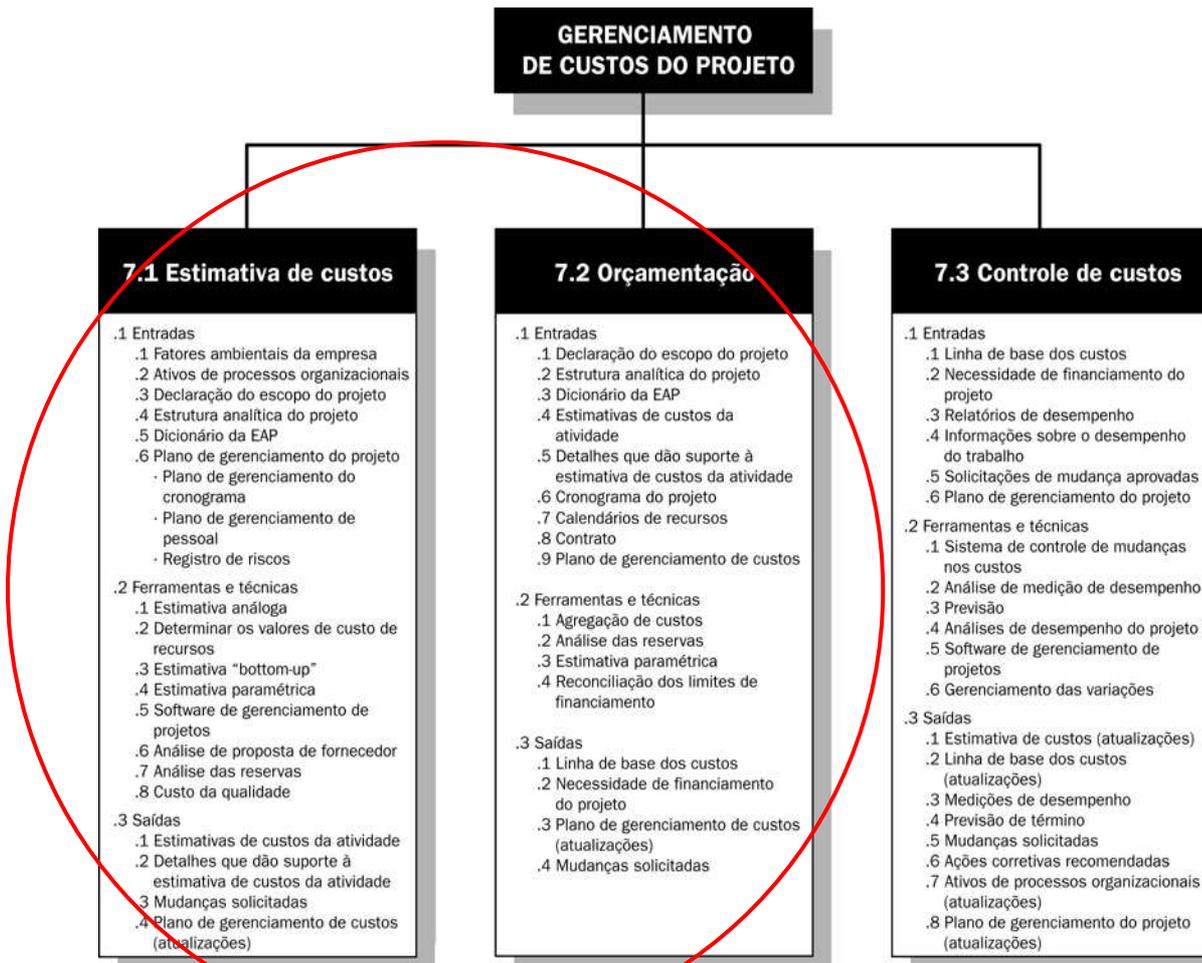


Figura 23 – Visão Geral do Gerenciamento dos Custos de Projetos (Adaptado de PMBOK, 2004).

Já a figura a seguir mostra o processo do gerenciamento de custos do projeto, onde as entradas e saídas para cada processo são mais detalhadas de acordo com cada atividade.

A estimativa de custos inclui a identificação e consideração de diversas alternativas de custos. Na maior parte das áreas de aplicação, aceita-se amplamente o fato de que o trabalho adicional durante uma fase de projeto tem o potencial de reduzir o custo da fase de execução e das operações. O processo de Estimativa de Custos considera se a economia esperada pode compensar o custo do trabalho de *design* adicional.

As estimativas de custos podem se beneficiar do refinamento durante o andamento do projeto para refletir os detalhes adicionais disponíveis. A exatidão de uma estimativa de custo irá aumentar conforme o projeto se desenvolve através do seu ciclo de vida. Por exemplo, um projeto na fase inicial poderia ter uma estimativa grosseira na faixa de -50% a +100%. Numa etapa posterior do projeto, conforme mais

informações são conhecidas, as estimativas poderiam se reduzir a uma faixa de -10% a +15%. Em algumas áreas de aplicação (como, por exemplo, na indústria de processo e construção civil) existem diretrizes para definir quando esses refinamentos são realizados e qual o grau de exatidão esperado (PMBOK, 2004)

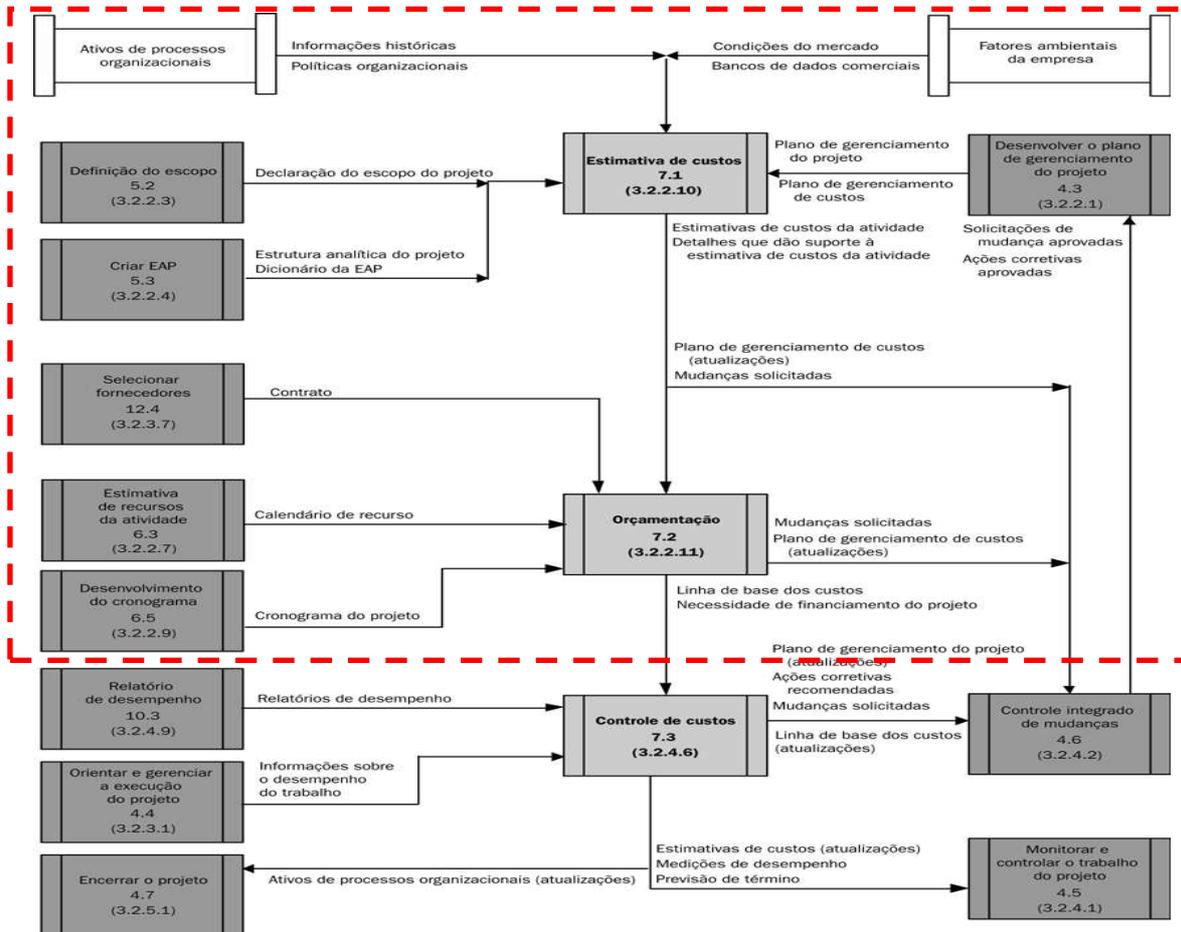


Figura 24 - Fluxograma do Gerenciamento dos Custos de Projetos (Adaptado de PMBOK, 2004).

O processo de estimativa pode ser avaliado segundo seus *inputs*, processamento dos dados em informações (pela utilização de ferramentas e técnicas) e *outputs*. Este fluxo do processo pode ser melhor representado pela figura seguinte.

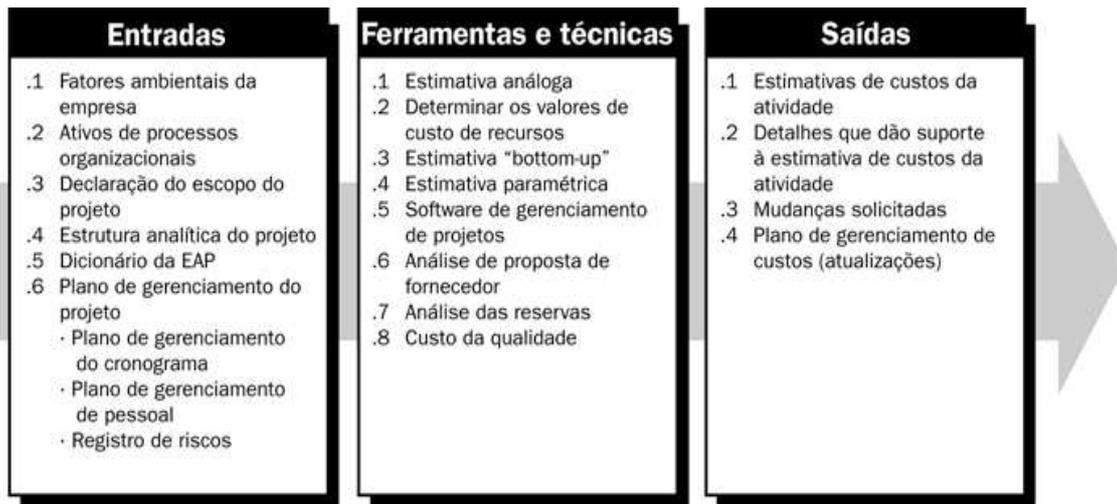


Figura 25 - Processo de Estimativa de Custos (PMBOK, 2004).

Os *inputs* do processo de estimativa de custos são os seguintes (PMBOK, 2004):

- **Fatores Ambientais das Empresas:** Envolve as condições de mercado e banco de dados comerciais (informações externas disponíveis além de listas de preços de fornecedores publicadas);
- **Ativos de Processos Organizacionais:** Envolve políticas e modelos das estimativas de custos, informações históricas, lições aprendidas e arquivos de projetos anteriores;
- **Declaração do Escopo do Projeto:** Descreve a necessidade do negócio, a justificativa, os requisitos, premissas e os limites do projeto;
- **Estrutura Analítica do Projeto:** Fornece a relação entre todos os componentes do projeto e as suas entregas;
- **Dicionário da EAP:** Fornece a relação entre todos os componentes do projeto e as suas entregas;
- **Plano do Gerenciamento do Projeto:** Fornece o plano geral para execução, monitoramento e controle do projeto e inclui planos auxiliares que fornecem diretrizes e orientação para planejamento e controle dos custos. Esta última entrada desdobra-se em três atividades:
 - Cronograma: A estimativa de recursos da atividade envolve a determinação da disponibilidade e das quantidades exigidas de pessoal, equipamentos e materiais necessários para realizar as atividades. Seu uso é coordenado com o da estimativa de custos. A estimativa de duração da atividade afetará as estimativas de custos em

qualquer projeto cujo orçamento inclui uma provisão para o custo de financiamento e no qual os recursos são aplicados por unidade de tempo durante as atividades;

- **Pessoal:** Os atributos e valores de pessoal do projeto são componentes necessários para o desenvolvimento das estimativas de custos;

- **Riscos:** Os riscos, que podem ser ameaças ou oportunidades, normalmente afetam tanto a atividade do cronograma quanto os custos do projeto. Em geral, quando o projeto sofre um evento de risco negativo, seu custo quase sempre irá aumentar e poderá haver um atraso no cronograma.

O processamento dos dados em informações pela utilização de ferramentas e técnicas em estimativa de custos são os seguintes (PMBOK, 2004):

- **Estimativa Análoga:** Utilizar o custo de projetos anteriores semelhantes como base para estimar os custos do projeto atual. Muito utilizada nas fases iniciais dos projetos e geralmente custam menos que outras técnicas (embora sejam menos precisas);
- **Determinar os valores de custo de recursos:** Os profissionais das estimativas devem conhecer os valores de custo unitário, como o custo de um funcionário por hora e o custo do material a granel por metro cúbico, para cada recurso, a fim de estimar os custos das atividades do cronograma. Alguns métodos de obtenção de valores são as cotações, bancos de dados comerciais e listas de preços de fornecedores publicadas;
- **Estimativa *bottom-up*:** Envolve pacotes de trabalho individuais com níveis mais baixos de detalhamento. O custo e a exatidão da estimativa são motivados pelo tamanho e pela complexidade da atividade do cronograma ou do pacote de trabalho individual. As atividades com menor esforço associado aumentam a exatidão das estimativas de custos da atividade do cronograma.
- **Estimativa Paramétrica:** É uma técnica que utiliza uma relação estatística entre dados históricos e outras variáveis (por exemplo, metros quadrados em construção, linhas de código em desenvolvimento de software, horas de mão-de-obra necessárias) para calcular uma estimativa de uma atividade do cronograma.
- **Software de gerenciamento de projetos:** São alguns aplicativos de software para estimativa de custos, planilhas computadorizadas e ferramentas estatísticas e de simulação;

- **Análise de proposta de fornecedor:** Outros métodos de estimativa de custos incluem a análise de proposta de fornecedor e uma análise de quanto o projeto deve custar;
- **Análise das reservas:** São custos estimados que devem ser usados a critério do gerente de projetos para lidar com eventos antecipados mas não garantidos. Esses eventos fazem parte do escopo do projeto e das linhas de base dos custos;
- **Custo da qualidade:** são os custos totais incorridos pelo investimento em prevenção de não conformidade com os requisitos e não atendimento dos mesmos (retrabalho), os quais também podem ser utilizados para preparar a estimativa de custos da atividade do cronograma.

Finalmente, os *outputs* do processo de estimativa de custos são os seguintes (PMBOK, 2004):

- **Estimativas de custos da atividade:** É uma avaliação quantitativa dos custos prováveis dos recursos necessários para terminar as atividades do cronograma, onde pode ser apresentado na forma sumarizada ou detalhada. Inclui mão-de-obra, materiais, equipamentos, serviços, instalações, tecnologia da informação, entre outros;
- **Detalhes que dão suporte à estimativa de custos da atividade:** Descrição do escopo do trabalho do projeto, documentação de como a estimativa foi desenvolvida, indicação das premissas adotadas, documentação das restrições e indicação do intervalo de precisão adotado;
- **Mudanças solicitadas:** São processadas para revisão, caso sejam necessárias;
- **Plano de gerenciamento de custos (atualizações):** Se as solicitações de mudanças aprovadas resultarem do processo de estimativa de custos, o plano de gerenciamento de custos será atualizado.

2.4.3 *Cost Estimating Handbook (NASA)*

O Manual de Estimativa de Custos da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) é um documento colaborativo desenvolvido através de entrevistas, discussões e correspondência entre os membros da Comunidade de Estimativa de Custos desta Organização. Este manual trás conceitos fundamentais e as melhores técnicas em estimativa de custos, com o objetivo de melhor enfrentar os sistemas, desafios e complexo ambiente da NASA.

O propósito principal do CEH (2002) é gerar uma metodologia padronizada para estimativa de custos e seus processos, onde gerarão resultados mais confiáveis para os interesses de negócio da NASA. Além disso, dá suporte à melhoria dos resultados econômicos dos projetos e provém um maior retorno em termos de ciência, pesquisa e tecnologia avançada no desenvolvimento do espaço e da aeronáutica.

Logo, o CEH (2002) é composto de quatro seções, estimativa de custos, técnicas de análise financeira, análise de benefícios e estudos especiais. Para efeito do cumprimento dos objetivos desta dissertação, é abordada apenas a seção relativa ao processo de estimativa de custos. A estimativa de custos é utilizada, principalmente, para melhoria da tomada de decisão de investimentos reais e cumprimento das metas e objetivos do plano de negócios da organização.

Cada estimativa de custos possui tanto um cliente quanto um foco diferente, os quais devem estar bem estabelecidos ao início do processo. É importante se construir uma base sólida com informações antes de se iniciar o processo de estimativa de custos. Os quatro elementos críticos que precisam ser entendidos e negociados entre o engenheiro de custos e o tomador de decisão, antes da aplicação de métodos e técnicas são: recursos, dados, prazo e expectativas (CEH, 2002). Estes processos são mais bem explicados na figura a seguir.

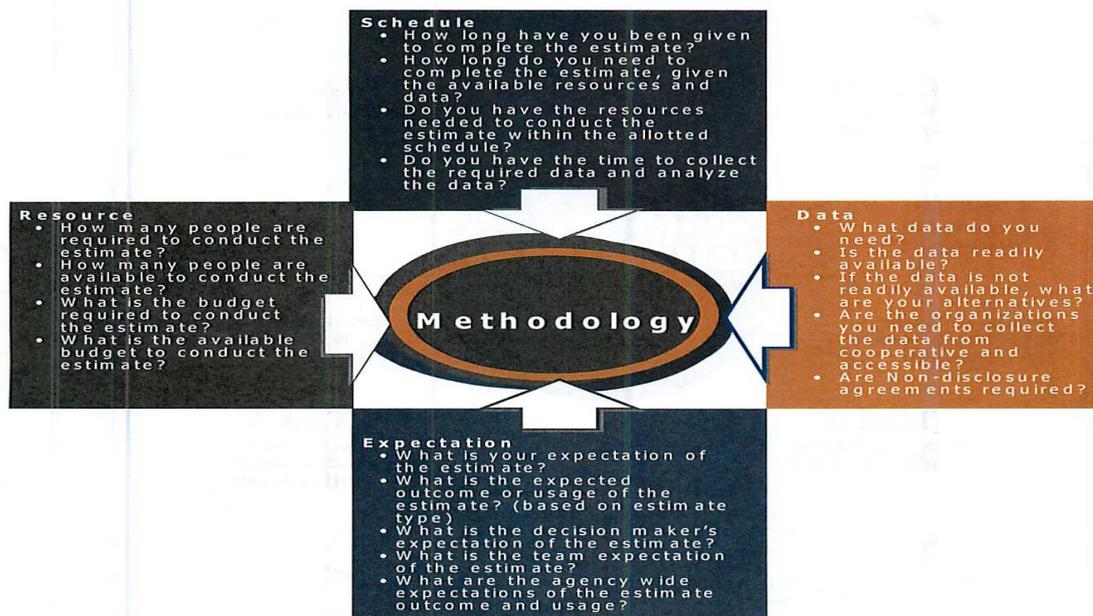


Figura 26 - Quatro Elementos Principais para Selecionar uma Metodologia de Estimativa de Custos (CEH, 2002).

Todos os quatro fatores críticos afetam diretamente a metodologia selecionada para condução das estimativas de custos. Como qualquer processo, alguns fatores críticos e que influenciam diretamente na elaboração da estimativa de custos, são esquecidos por seus executores. Logo, esse processo requer que os fatores tornem-se iterativos e sigam um procedimento, conforme a figura seguinte. O processo é ilustrado como um volante para mostrar que todo o processo é dinâmico e contínuo.



Figura 27 - Visão Geral do Processo de Estimativa de Custos (CEH, 2002).

Os 12 passos que contemplam todo o processo de estimativa de custos proposto pelo CEH (2002) são:

1 – Receber o Pedido do Cliente e Entender o Projeto: Quando o engenheiro de custos recebe o pedido para elaboração da estimativa de custos, ele deve verificar se possui os recursos necessários para aceitar a nova tarefa. Após isso, é necessário que o

engenheiro de custos entenda o projeto. Para se calcular os custos relevantes e os benefícios associados da sua avaliação, é importante se entender os processos atuais e o ambiente operacional da empresa.

2 – Definir uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP): Uma estrutura analítica do projeto consistente é importante para a estrutura da estimativa, para capturar e considerar todos os custos envolvidos, para haver comunicação entre gerentes de projetos e *stakeholders*, e para assegurar a compatibilização com futuras estimativas. O pleno entendimento de toda a EAP do projeto é essencial para que se tenha certeza que todos os custos envolvidos foram considerados.

3 – Preparar ou Obter a Descrição dos Requisitos para Análise dos Custos (CARD): O CARD fornece uma descrição técnica do sistema e informações programadas para se criar uma linha de base a ser utilizada pela equipe do projeto para desenvolver suas estimativas. O CARD deve ter detalhes suficientes para capacitar uma estimativa que servirá de apoio para a tomada de decisão. O formato do CARD pode variar, porém no geral, contém a descrição do projeto, estrutura analítica do projeto (EAP), cronograma do projeto, resumo dos custos para cada elemento da EAP e resumo dos custos para cada fase do projeto.

4 – Desenvolvimento do Escopo da Estimativa de Custos e Exclusões: É uma etapa crítica para qualquer estimativa e deve estar claramente definida em toda a documentação preparada pelo engenheiro de custos. É um passo importante para documentar o projeto de forma clara e para que os engenheiros de custos entendam quais custos estão inclusos e quais não estão inclusos na estimativa atual. Gastar tempo suficiente nesta etapa é necessário para se evitar estimativas ineficazes e más interpretações perante as equipes de projetos.

5 – Selecionar os Métodos para Estimativa de Custos: É necessário que, antes do início da execução da estimativa de custos, a metodologia esteja definida. Os métodos a serem utilizados dependem do escopo estimado, das definições técnicas, da disponibilidade e utilização de custos históricos, da maturidade do projeto e, principalmente, da experiência e habilidades do engenheiro de custos. Os métodos de

estimativa de custos selecionados dependem da fase e do nível de maturidade em que o projeto se encontra, conforme figura seguinte.

		Formulation Phase		Implementation Phase	
		Pre-Phase A & Phase A	Phase B	Phase C	Phase D
Parametric					
Engineering Buildup					
Analogy					
	Primary	Secondary	Applicable	Occasionally Used	Not Applicable

Figura 28 - Seleção do Método para Estimativa de Custos depende da Fase do Projeto/Programa (CEH, 2002).

Muitas estimativas podem utilizar a combinação dos quatro métodos abaixo:

- **Estimativa Paramétrica:** É um método utilizado quando poucos dados são conhecidos ou estão disponíveis (informações de peso e complexidade de *design*). É baseada em dados históricos e expressões matemáticas relacionando custos como uma variável dependente em relação a outras variáveis a serem selecionadas.
- **Estimativa do Tipo “Bottom-Up”:** São estimativas individuais para cada elemento do escopo para se construir a estimativa como um todo. Este método envolve a computação dos custos para cada elemento (atividade) da EAP, através da estimativa do menor nível de detalhe (normalmente referenciado como o nível do “pacote de trabalho”). Geralmente, os requisitos de mão-de-obra são estimados separadamente dos requisitos de materiais ou equipamentos. Esta estimativa deve ser preparada por técnicos bem experientes, o qual também é responsável pela revisão e adequação da base da estimativa às premissas do projeto.
- **Estimativas Análogas:** É um método utilizado como fonte de comparação e extrapolação. Dados de custos de projetos passados, que é tecnicamente parecido com os projetos a serem estimados, podem servir de base para a estimativa de custos atual.

- **Cotação de Fornecedores:** Geralmente, um projeto está envolvido com o uso de *hardwares*, instalações ou serviços, onde os custos estarão disponíveis apenas através de fornecedores. O uso da cotação pode ser utilizado para qualquer item e em qualquer nível da EAP, sempre quando requerido. Esta informação deve ser utilizada quando o engenheiro de custos já não possui uma alternativa melhor para um determinado item de sua estimativa.

De forma resumida, segue um quadro comparativo ilustrando as forças e fraquezas dos quatro métodos apresentados:

Tabela 5 - Comparativo entre Métodos de Estimativa de Custos (Adaptado de CEH, 2002).

Método	Forças	Fraquezas
Estimativa Paramétrica	Estatisticamente confiável, elimina a emissão de opiniões, dados mais defensáveis e método mais científico.	Dificuldade para não-especialistas entenderem, dificuldade na coleta de dados apropriados, consome muito tempo e é caro.
Estimativa do Tipo “Bottom-Up”	Intuitivo, defensável, grande visibilidade da base da estimativa para cada elemento de custo.	Esforços excessivos de tempo e dinheiro, difícil adaptação para mudanças de cenários, não gera uma análise mais probabilística e requer um bom planejamento por parte do analista.
Estimativa Análoga	Baseado em dados históricos mais atuais, rápido e de fácil entendimento.	Simplificado, pode ser difícil para identificar uma analogia apropriada e requer julgamentos precisos para os fatores de ajustes.

Cotação de Fornecedores	Prontamente disponível e pode ser utilizado para qualquer item da WBS.	Necessita de uma checagem para verificar o que está incluído na proposta e ajustado ao escopo da estimativa.
-------------------------	--	--

6 – Construir e Selecionar o Modelo da Estimativa de Custos: Modelagem é uma abordagem sistemática para analisar um projeto que é suportável e quantificável. A seleção de um modelo de estimativa de custos apropriado é de fundamental importância para o sucesso do processo. Existem muitos modelos para se estimar custos no mercado, porém o mais utilizado como ferramenta de elaboração é o *Microsoft Excel*. É de responsabilidade do engenheiro de custos entender e verificar a qualidade e aplicabilidade do modelo escolhido para ser utilizado em sua estimativa.

7 – Identificação, Obtenção e Padronização de Dados (Banco de Dados): Esta é a etapa do processo onde os dados são coletados. Porém, previamente, a coleta de dados poderá passar por um processo de análise de regressão (ou outras técnicas estatísticas) para apoiar a metodologia. Esta etapa é dividida em três partes: Identificação dos Dados Necessários (o engenheiro de custos deverá interagir diretamente com o Gerente de Projetos para obter os dados técnicos requeridos para completar a análise de custos), Coleta de Dados (parte mais difícil e que envolve um grande esforço de tempo) e Padronização de Dados (uma vez que o dado referente ao custo é coletado e necessita de uma atualização monetária).

Os três principais tipos de dados identificados pelo CEH (2002):

Three Principle Types of Data		
Data Category	Data Type	Data Sources
Cost Data	<ul style="list-style-type: none"> • Historical Costs • Labor Costs • CERs from previous programs 	<ul style="list-style-type: none"> • Basic Accounting Records • Cost Reports • Historical Databases • Contracts (Secondary) • Cost Proposals (Secondary)
Technical Operational Data	<ul style="list-style-type: none"> • Physical Characteristics • Performance Characteristics • Performance Metrics • Technology Descriptors • Major Design Changes • Operational Environment 	<ul style="list-style-type: none"> • Functional Specialist • Technical Databases • Engineering Specifications • Engineering Drawings • Performance / Functional Specifications • End User and Operators
Program Data	<ul style="list-style-type: none"> • Development and Production Schedules • Quantities Produced • Production Rates • Equivalent Units • Breaks in Production • Significant Design Changes • Anomalies (e.g., strikes, national disasters, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Program Database • Functional Organizations • Program Management Plan • Major Subcontractors

Figura 29 - Fonte e Tipo dos Dados (CEH, 2002).

8 – Divulgação do Modelo dos e Cálculo Custos: Uma vez que o modelo foi construído e divulgado, já está pronto para executar o cálculo dos custos. Porém, antes de iniciar os cálculos, é importante que todas as fórmulas e dados de entrada do modelo sejam checados para assegurar a eficiência do sistema e eficácia dos resultados.

9 – Desenvolvimento de Reservas, Precisão dos Custos e Análise de Risco: Determinar como diferentes variações nos custos podem afetar pontos específicos na estimativa, através da análise de sensibilidade e análise de riscos. Estes tipos de análise são desenvolvidos para determinar os direcionadores de custos do projeto, estimar a probabilidade de executar a estimativa de custos, estabelecer reservas e prover uma variação dos custos. A análise de sensibilidade é desempenhada para identificar os maiores direcionadores de custos e hipóteses para variação das alternativas; enquanto

que a análise de riscos é um mecanismo para criar o ajuste de risco à sua probabilidade de ocorrência.

10 – Documentação da Estimativa de Custos: Esta etapa deve documentar os resultados da estimativa de custos durante todo o processo. Esta documentação não pode ser abandonada até que o processo esteja completo. Não pode deixar de contemplar um sumário detalhado dos principais custos, como também as principais lições aprendidas.

11 – Apresentação dos Resultados: O engenheiro de custos deve preparar um material breve e uma documentação de apoio para serem utilizados nas apresentações junto aos públicos interno e externo, sempre que requisitado.

12 – Atualização da Estimativa de Custos: As estimativas de custos devem ser atualizadas sempre que o conteúdo do projeto modificar.

2.4.4 Processo de Estimativa de Custos

Após a descrição dos principais modelos apresentados na literatura, apresenta-se o seguinte quadro comparativo entre as metodologias citadas e um resultado consolidado das três abordagens, em termos de áreas de processo (dado que alguns subprocessos são semelhantes e podem ser agrupáveis), que servirá de suporte teórico para desenvolvimento e aplicação do modelo de maturidade do processo de estimativa de custos.

Tabela 6 - Comparativo entre Metodologias (Autor, 2013).

PMBOK	TCM
<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Estimativa de Custos; • Valores dos Custos dos Recursos; • Softwares de Estimativa de Custos; • Análise da Proposta de Fornecedores; • Análise das Reservas; • Custos da Qualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento da Estimativa de Custos; • Quantitativos do Escopo; • Custos do Conteúdo do Escopo; • Preço de Venda da Estimativa de Custos; • Simulação e Otimização de Custos; • Desenvolver e Manter Métodos e Ferramentas; • Custos Orçamentários; • Análise do Fluxo de Caixa; • Revisão e Documentação da Estimativa
CEH	CONSOLIDADO (três metodologias)
<ul style="list-style-type: none"> • Recebimento do Pedido do Cliente • Entendimento do Escopo do Projeto; • Definir EAP em Termos de Custos; • Desenvolvimento das Premissas da Estimativa de Custos; • Selecionar Métodos de Estimativa de Custos; • Construir e Selecionar um Modelo de Estimativa de Custos; • Identificação, Obtenção e Normalização de Dados; • Divulgação do Modelo e Cálculo dos Custos; • Estabelecer Reservas, Precisão dos Custos e Análise de Risco; • Documentação da Estimativa de Custos; • Apresentação dos Resultados da Estimativa; • Atualização da Estimativa de Custos; 	<p><u>Área de Processo 1:</u> Recebimento das Informações do Cliente</p> <p><u>Área de Processo 2:</u> Elaboração da Estimativa de Custos</p> <p><u>Área de Processo 3:</u> Documentação/ Emissão da Estimativa de Custos</p> <p><u>Área de Processo 4:</u> Validação da Estimativa do Projeto</p> <p><u>Área de Processo 5:</u> Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (<i>Close-Out</i>)</p>

- **Área de Processo 1 – Recebimento das Informações do Cliente:** Estão presentes os sub-processos relacionados ao planejamento da estimativa de custos, o recebimento do pedido do Cliente, documentação técnica pertinente ao

escopo do projeto, quantitativos do escopo, EAP (Estrutura Analítica do Projeto), cronograma do projeto, etc.

- **Área de Processo 2 – Elaboração da Estimativa de Custos:** Estão presentes os sub-processos relacionados alocação dos custos no conteúdo do escopo, seleção do método (paramétrica, análoga, “*bottom-up*”) de estimativa de custos, construção de um modelo de estimativa de custos, identificação e normalização de dados, formação do preço de venda, etc.
- **Área de Processo 3 – Documentação / Emissão da Estimativa de Custos:** Desenvolvimento das premissas e hipóteses da estimativa de custos, apresentação dos resultados da estimativa de custos, sumarização da estimativa de custos segundo um formato de EAP, análise de risco e projeção do intervalo esperado de precisão, estabelecimento de reservas gerenciais e contingências, etc.
- **Área de Processo 4 – Validação da Estimativa de Custos:** Validação dos parâmetros utilizados na estimativa de custos após a emissão da documentação e apresentação dos resultados, cabendo revisão ou atualização caso haja alguma modificação no projeto.
- **Área de Processo 5 – Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out):** Esta etapa deve ocorrer tanto no acompanhamento dos custos estimados ao longo das fases de planejamento do projeto, como também na fase de encerramento (geralmente após 01 ano do início de operação do Ativo), visando retroalimentar o Banco de Dados de Custos e fornecer subsídios para o processo de Lições Aprendidas.

2.5 Método *Fuzzy* para Tomada de Decisão Multicritério

A maioria das decisões organizacionais envolve a necessidade de avaliação de mais de um critério. O simples fato da existência de múltiplos critérios implica na inviabilidade de se considerar apenas uma única solução ótima, pois é praticamente inexistente a possibilidade desta solução ser melhor que as outras em todos os critérios. Nestes casos organizacionais, não se deve considerar uma solução ótima apenas e sim, a melhor solução para o decisor dentro de uma ótica multicritério.

Na literatura é grande o número de métodos de Apoio Multicritério à Decisão. Segundo GOMES *et al.* (2009) apud GUENDLER, *et al.* (2009), a escolha do método vai depender de vários fatores, tais como: do problema analisado, do contexto considerado, da estrutura de preferências do decisor e da problemática em si. Segundo estes mesmos autores, os métodos de decisão multicritério são baseados em duas categorias: Métodos da Escola Americana e Métodos da Escola Francesa.

No método americano os pesos são definidos de acordo com os *trade-offs*, de acordo com a relação de ganhos ou perdas de cada critério, fruto das suas variações. Já os métodos da escola francesa avaliam as alternativas por pares, estabelecendo relações de sobreclassificação entre elas. Ou seja, de acordo com GOMES *et al.* (2009) apud GUENDLER, *et al.* (2009), uma alternativa *a* sobreclassifica *b* (*aSb*) se *a* é considerada ao menos tão boa quanto *b*. Os métodos de sobreclassificação aceitam a incomparabilidade entre alternativas e definem os pesos dos critérios segundo a importância deles. A impossibilidade de compensação entre critérios nestes métodos favorece as alternativas mais balanceadas.

Já segundo COSENZA *et al.* (2004) os métodos de Apoio Multicritério à Decisão podem ser definidos como ferramentas computacionais que envolvem modernas técnicas de sistemas de informação, inteligência artificial, métodos quantitativos, entre outros, e visam oferecer aos usuários suporte para melhor escolher entre as diversas alternativas, minimizando erros na tomada de decisão.

Segundo ROY (1985) apud COSENZA *et al.* (2004), entre os métodos de apoio à decisão, estão as Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão, com suas diversas escolas, visões e métodos específicos. Muitos destes métodos utilizam matrizes decisórias criadas por especialistas para priorizar ou hierarquizar indicadores. (COSTA e WANDERLEY (2002) apud COSENZA *et al.* (2004)).

Para cumprimento dos objetivos desta dissertação é utilizado o Método de Apoio Multicritério à Decisão baseado na Lógica *Fuzzy*, pois ela manuseia perfeitamente expressões verbais, imprecisas, qualitativas inerentes da comunicação humana, que possuem vários graus de incerteza e pode sistematicamente traduzir os termos difusos em valores compreensíveis por computadores (TURBAN e ARONSON, 2001 apud SILVA *et al.*, 2011).

2.5.1 Lógica Fuzzy

A lógica *fuzzy* é uma abordagem matemática para trabalhar em um ambiente de variáveis de difícil determinação, com conteúdo vago e também capaz de simular o comportamento humano, no que diz respeito às suas formas de comunicação e dedução na tarefa de controle (CARNEIRO, 2008 apud SILVA NETO e GANGA, 2010).

As primeiras noções de lógica *fuzzy* foram introduzidas por Zadeh em 1965 com o objetivo de definir conjuntos que não possuem fronteiras bem definidas. Nos conjuntos clássicos, um dado elemento pertence ou não a um determinado conjunto. Porém, existem casos em que esta relação de pertinência não está clara, isto é, não se sabe dizer se um elemento pertence ou não a um dado conjunto (BARROS, 1992 apud SILVA NETO e GANGA, 2010).

O uso da lógica *fuzzy* em sistemas complexos é indicado sempre que se deseja aproximar o modelo construído da realidade, conforme figura a seguir.

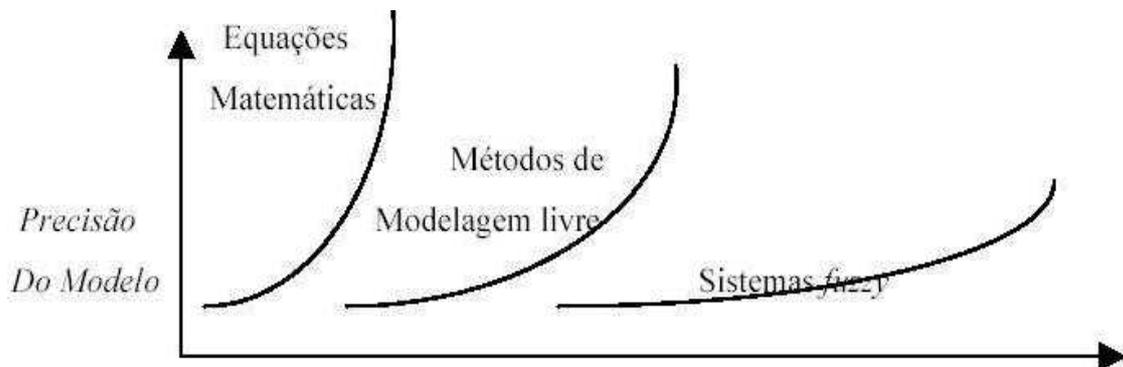


Figura 30 - Complexidade de Sistemas (Cosenza e Chamovitz, 2010).

Segundo COSENZA (2001) apud CARVALHO (2007), as três principais características da Teoria *Fuzzy* são:

- Uso de variáveis linguísticas no lugar ou em adição a variáveis numéricas;
- Caracterização das relações simples entre variáveis por expressões condicionais;
- Caracterização das relações complexas por algoritmos Fuzzy.

Já LANG JANG e GULLEY (1995) apud COSENZA e CHAMOVITZ (2010) justificam a utilização da lógica *fuzzy* em relação à lógica clássica, através dos seguintes pontos:

- Porque a naturalidade de sua abordagem torna seus conceitos fáceis de entender;
- Porque é flexível;
- Porque é tolerante com dados imprecisos;
- Porque pode modelar as funções não-lineares da arbitrariedade da complexidade;
- Porque pode ser construída com base na experiência de especialistas;
- Porque pode ser integrada às técnicas convencionais de controle;
- Porque em muitos casos, simplifica ou amplia as possibilidades e recursos dos métodos convencionais de controle;
- Porque é baseada na linguagem natural, base da comunicação humana.

COSENZA e CHAMOVITZ (2010) apontam que Nebulosidade (*Fuzziness*) é a ambiguidade que pode ser encontrada na definição de um conceito ou no sentido de uma palavra. Como, por exemplo, expressões do tipo “aluno jovem”, “grande dificuldade” ou “pequeno número”, podem ser chamadas de nebulosidades.

2.5.2 Conjuntos Fuzzy e Variáveis Linguísticas

Segundo dissertação de Mestrado de CARVALHO (2007) na teoria clássica dos conjuntos, o conceito de pertinência de um elemento a um conjunto fica bem definido. Os elementos pertencem ou não àquele conjunto, podem ser expresso como:

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se e somente se } x \in A \\ 0 & \text{se e somente se } x \notin A \end{cases}$$

Um conjunto *fuzzy* A em um universo X é definido por uma função de pertinência.

$$\mu_A = X \rightarrow [0,1]$$

μ_A indica o quanto x é compatível com o conjunto A . Um elemento pode pertencer a mais de um conjunto *fuzzy*, com diferentes graus de pertinência.

Segundo tutorial de TANSCHKEIT (2003) apud COSENZA e CHAMOVITZ (2010), uma variável linguística é definida como “uma variável cujos valores são nomes de conjuntos fuzzy”. Por exemplo, o desempenho de um determinado atleta pode ser uma variável linguística assumindo valores “baixos”, “médios” e “altos”. Estes valores são descritos por intermédio de conjuntos *fuzzy* representados por funções de pertinência, conforme mostrado na figura seguinte.

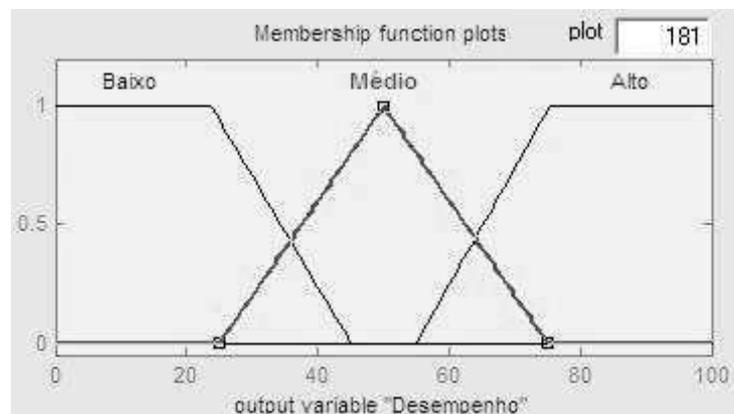


Figura 31 - Funções de Pertinência para a Variável Desempenho (Cosenza e Chamovitz, 2010).

Os valores de uma variável linguística podem ser sentenças em uma linguagem especificada, construídas a partir de termos primários (alto, baixo, pequeno, médio, grande, zero, por exemplo), de conectivos lógicos (negação não, conectivos e/ou), de modificadores (muito, pouco, levemente, extremamente) e de delimitadores (como parênteses). A principal função das variáveis linguística é fornecer uma maneira sistemática para uma caracterização aproximada de fenômenos complexos ou mal definidos.

Segundo COSENZA e CHAMOVITZ (2010), uma variável linguística é caracterizada por uma quintupla $(N, T(N), X, G, M)$, onde:

- N : Nome da variável;
- $T(N)$: Conjunto de termos de N , ou seja, o conjunto de nomes dos valores linguísticos de N ;
- X : Universo de discurso;

- G: Uma gramática, regra sintática para gerar os valores de N como uma composição de termos de $T(N)$, conectivos lógicos, modificadores e delimitadores;
- M: Regra semântica, para associar a cada valor gerado por G um conjunto fuzzy em X.

2.5.3 Funções de Pertinência e Operações Fuzzy

Para TANSCHKEIT (2003) apud COSENZA e CHAMOVITZ (2010), as funções de pertinência podem ter diferentes formas, dependendo do conceito que se deseja representar e do contexto em que serão utilizadas. O autor exemplifica o quanto o contexto é relevante na definição de funções de pertinência e de sua distribuição ao longo de um dado universo, considerando-se a variável linguística estatura das pessoas, constituída dos seguintes termos: $T(\text{estatura}) = \{\text{baixa, média, alta}\}$. A esses se faz corresponder conjuntos *fuzzy* A, B e C, respectivamente, definidos por suas funções de pertinência, conforme gráfico seguinte.

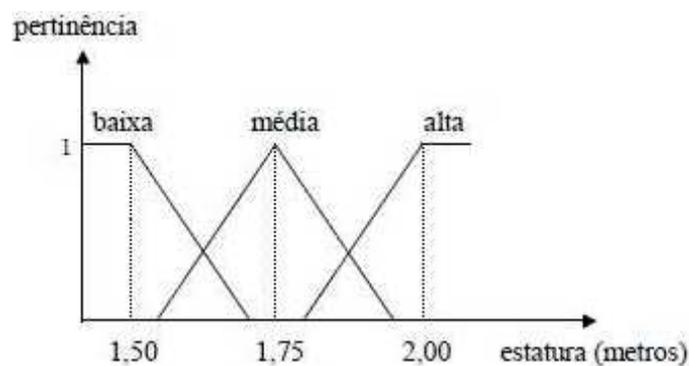


Figura 32 - Gráfico com Representação da Variável Estatura (Cosenza e Chamovitz, 2010).

Portanto, as funções de pertinência podem ser definidas a partir da experiência e da perspectiva do usuário, mas é comum usar funções de pertinência padrão, como as de forma triangular, trapezoidal e gaussiana.

A exemplo do que ocorre com conjuntos ordinários, há uma série de definições e operações envolvendo conjuntos fuzzy. Um conjunto fuzzy A em X é vazio se, e somente se, sua função de pertinência é igual a zero sobre todo o X.

$$A = \emptyset \text{ se e somente se } \mu_A(x) = 0 \quad \forall x \in X$$

O complemento A' de um conjunto fuzzy A é normalmente dado por:

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad \forall x \in X$$

Dois conjuntos fuzzy A e B em X são iguais se suas funções de pertinência forem iguais sobre todo X :

$$A = B \text{ se e somente se } \mu_A(x) = \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

Um conjunto fuzzy A é um subconjunto de B se sua função de pertinência for menor ou igual à de B sobre todo X :

$$A \subset B \text{ se } \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

Zadeh propõe a utilização de operadores *minimum* (min ou \wedge) e *maximum* (max ou \vee), para se chegar às funções características dos conjuntos resultantes (interseção e união), e que podem ser representadas da seguinte forma:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad \forall x \in X$$

Outras operações algébricas propostas por Zadeh podem ser estendidas aos conceitos de conjuntos fuzzy, como por exemplo, para um determinado número fuzzy trapezoidal representado por (c, a, b, d) :

- Mudança de Sinal: $-(c, a, b, d) = (-d, -b, -a, -c)$
- Adição: $(c_1, a_1, b_1, d_1) + (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1 + c_2, a_1 + a_2, b_1 + b_2, d_1 + d_2)$
- Subtração: $(c_1, a_1, b_1, d_1) - (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1 - d_2, a_1 - b_2, b_1 - a_2, d_1 - c_2)$
- Multiplicação: $k \times (c, a, b, d) = (kc, ka, kb, kd)$

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) \times (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1 c_2, a_1 a_2, b_1 b_2, d_1 d_2)$$

Se $c_1 \geq 0$ e $c_2 > 0$

- Divisão: $(c_1, a_1, b_1, d_1) / (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1/d_2, a_1/b_2, b_1/a_2, d_1/c_2)$

Se $c_1 \geq 0$ e $c_2 > 0$

2.5.4 Sistemas de Lógica Fuzzy

Conforme dissertação de Mestrado de RODRIGUES (2008) um Sistema de Lógica Fuzzy baseado em regras apresenta os seguintes elementos:

- *Fuzzificação*: Transforma números *crisp* em variáveis fuzzy. Essa fase é necessária para que sejam ativadas as regras que consistem em variáveis linguísticas;
- Regras: São as variáveis linguísticas que formam a base de conhecimento do sistema *fuzzy*;
- Inferência: Este módulo realiza o processamento *fuzzy* propriamente dito. O motor de inferência de um sistema de lógica *fuzzy* combina as diferentes regras para se chegar a conclusões acerca do sistema estudado;
- *Defuzzificação*: Este módulo transforma o conceito linguístico, obtido pelo procedimento de inferência, em um valor numérico bem definido (variável *crisp*), o qual é utilizado como a saída efetiva do sistema *fuzzy*.

A despeito de suas inúmeras aplicações para a engenharia, o foco deste estudo é a transformação de variáveis linguísticas em números fuzzy, o modo como as operações básicas são realizadas com esses números e, finalmente, os métodos para a *defuzzificação*, conforme figuras esquemáticas seguintes.

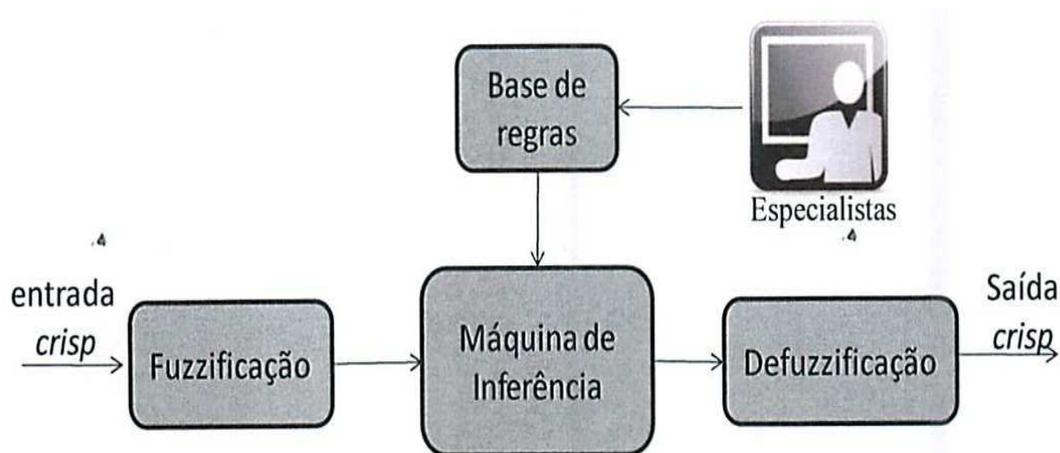


Figura 33 - Sistema de Lógica Fuzzy (Adaptado de BARROS e BASSANEZI, 2006).

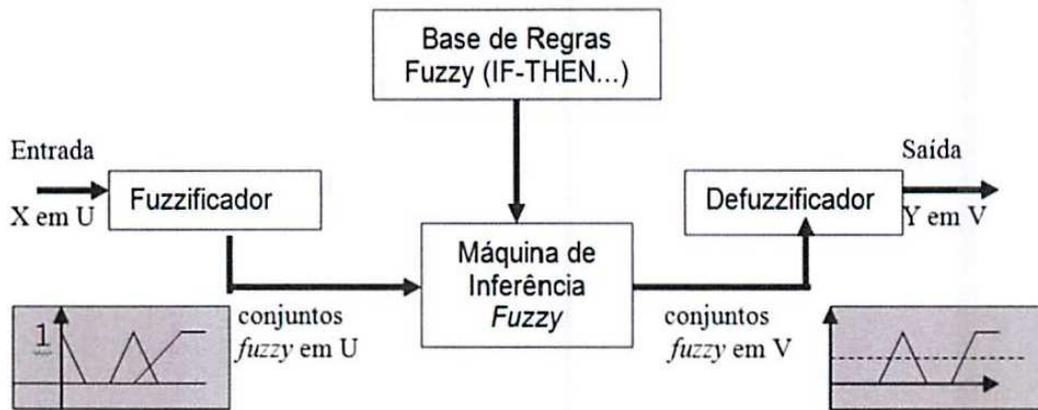


Figura 34 - Organização Básica de um Sistema Fuzzy (Adaptado de LIN-XIN, 1997).

O módulo de *fuzzificação* efetua um mapeamento entre os valores numéricos das variáveis de entrada do sistema para os graus de compatibilidade com os conceitos linguísticos. A atuação de um especialista na área do fenômeno é fundamental importância para colaborar na construção das funções de pertinência para a descrição das entradas (BARROS e BASSANEZI, 2010).

Já as regras de produção fuzzy são compostas de duas partes principais (ALMEIDA e EVSUKOFF, 2003):

SE <situação> ENTÃO <ação>

A base de regras desempenha o papel de relacionar logicamente as informações que formam a base de conhecimento do sistema *fuzzy*.

MANDANI e ASSILIAN (1975) apud BARROS e BASSANEZI (2010) propõem um modelo de inferência para utilização dos conceitos de lógica *fuzzy* em processamento do conhecimento. As regras de produção no modelo de MANDANI possuem relações *fuzzy* tanto nas situações como nas ações. Para visualização do modelo pode ser verificado graficamente o Método de MANDANI conforme figuras a seguintes.

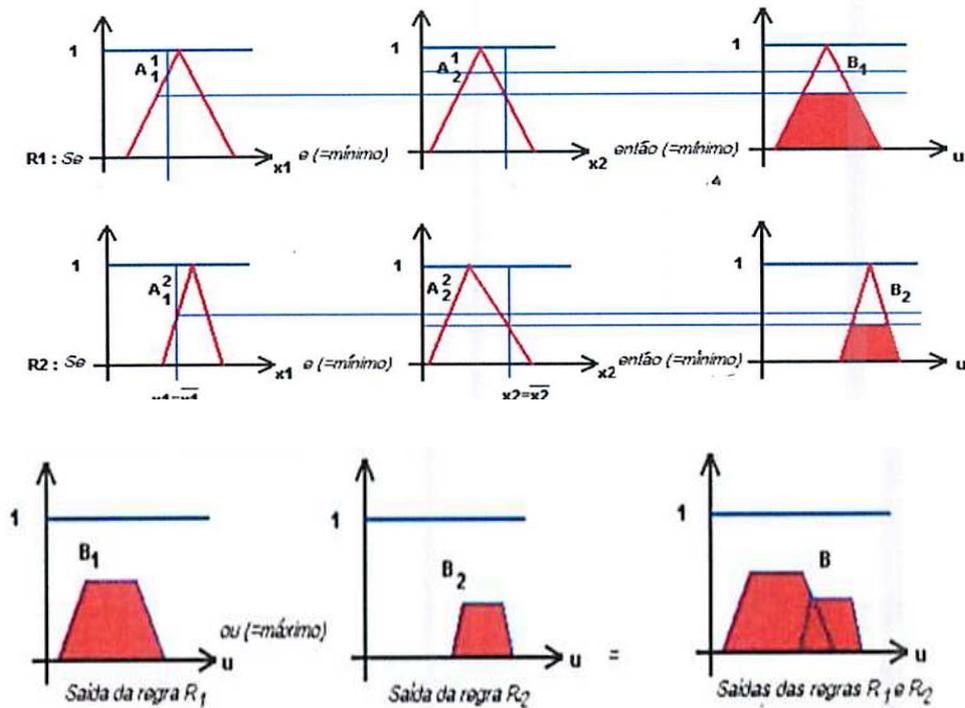


Figura 35 - Representação da Saída para Método de Mandani (BARROS e BASSANEZI, 2010).

Finalmente, o módulo de *defuzzificação* transforma o conceito linguístico, obtido do modelo de inferência, em um valor numérico definido como saída *crisp*. Segundo tese de Doutorado de GRECCO (2012) os principais métodos de *defuzzificação* são:

- **Valor Máximo:** Esse método produz como ação de inferência o valor numérico da saída, exposto na abscissa da função de pertinência, que corresponde ao maior grau de pertinência da variável linguística;
- **Média dos Máximos:** Esse método produz um valor numérico de saída que corresponde à média aritmética dos máximos, expostos na abscissa da função de pertinência, da variável linguística de saída produzida pela inferência *fuzzy*;
- **Centro dos Máximos:** Esse método produz um valor de saída correspondente à média ponderada entre os valores máximos, expostos na abscissa da função de pertinência, da variável linguística de saída produzida pela inferência *fuzzy* com os pesos, representados pelos respectivos valores de pertinência;
- **Centro de Área, Gravidade ou Centróide:** No método centroide baseia-se o cálculo do centro de gravidade da função de associação. Neste método calcula-se a área da curva da variável linguística de saída produzida pela máquina de

inferência e acha-se o índice correspondente a esta área pela metade (SILVA et al., 2011). Este método é o mais usado e pode ser expresso pela equação abaixo:

$$COG = \frac{\sum_{x=a}^b \mu(x) \cdot x}{\sum_{x=a}^b \mu(x)} \quad (1)$$

Em relação a etapa de *defuzzificação*, segundo COSENZA *et al.* (2006) pode-se optar pelo método Centróide, em função de sua simplicidade de cálculo e, principalmente porque, entre outras características desejáveis, este método evita que ocorram mudanças abruptas nas variáveis de saída, a partir de pequenas mudanças nos dados de entrada.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Conforme apresentado no capítulo introdutório, a partir do contexto, é levantado o problema relacionado à falta de uma avaliação da maturidade do processo de estimativa de custos no âmbito do setor de Engenharia de Custos da Petrobrás. Com isso, foi definido o objetivo geral deste estudo para propor uma avaliação no nível de maturidade, com base no Método *Fuzzy* de Tomada de Decisão Multicritério e, em seguida, foram listados os objetivos específicos e questões de pesquisa que desdobrassem no objetivo geral. A partir das questões de pesquisa levantadas, foram formulados os tipos de pesquisa, quanto aos fins e aos meios de investigação, de forma a alcançar os resultados esperados pelo estudo. Portanto, este capítulo pretende caracterizar a pesquisa, bem como discorrer sobre a metodologia analítica desta dissertação, conforme ilustrado na figura seguinte.

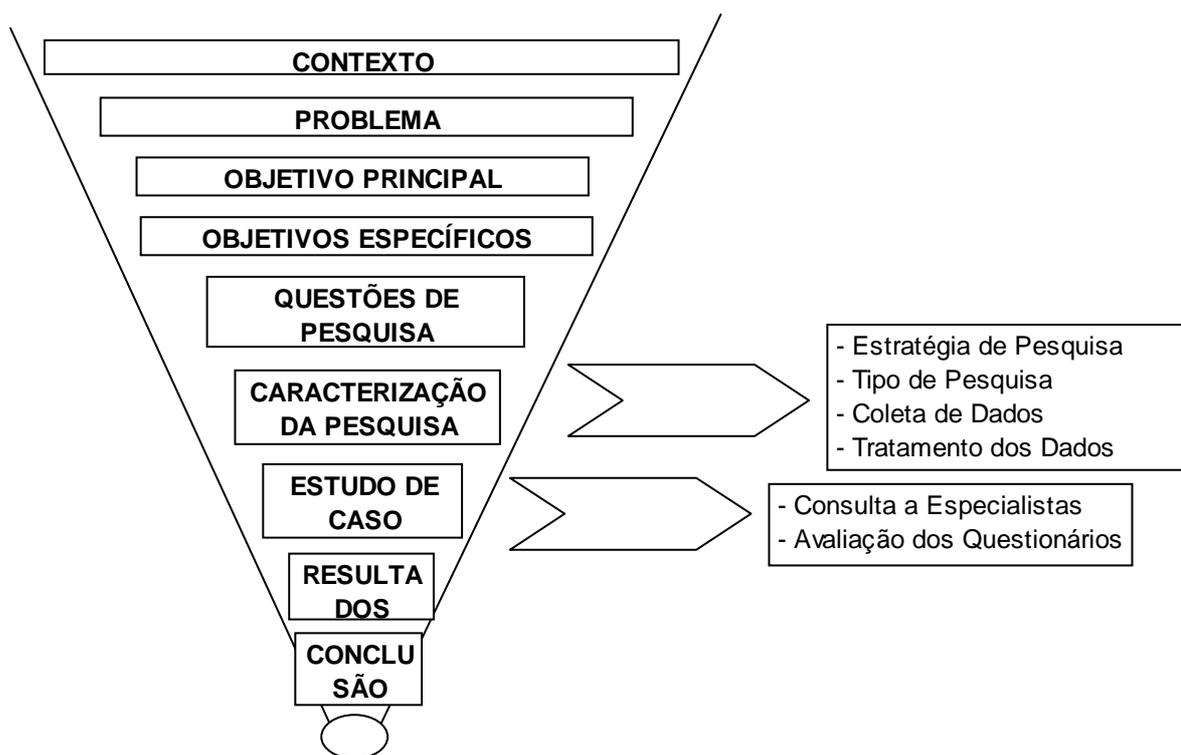


Figura 36 - “Funil” para encadeamento lógico da metodologia (Autor, 2013).

3.1 Classificação da Pesquisa

Segundo VERGARA (1997) existem várias taxionomias para caracterizar os tipos de pesquisas, tais como:

- Quanto aos fins uma pesquisa pode ser exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada ou intervencionista;
- Quanto aos meios de investigação uma pesquisa pode ser de campo, laboratório, telematizada, documental, bibliográfica, experimental, *ex post facto*, participante, pesquisa-ação ou estudo de caso.

Já segundo estudo feito por PONTE *et al.* (2007), os autores elaboraram a seguinte estrutura de classificação das metodologias científicas com base nos pensamentos de GIL (2002), MALHOTA (2001), BARDIM (1997), CERVO E BERVIAN (1996), ARAÚJO E OLIVEIRA (1997), YIN (2001) e VERGARA (1997 e 2005):

Tabela 7 - Estrutura de Classificação das Metodologias Científicas (Ponte et al., 2007).

Classificação quanto aos objetivos específicos	Classificação quanto ao delineamento	Classificação quanto à natureza	Técnicas de coleta de dados	Técnica de análise de dados
Pesquisa Exploratória; Pesquisa descritiva; Pesquisa explicativa.	Pesquisa documental; Pesquisa bibliográfica; Levantamento; Pesquisa experimental; Pesquisa <i>ex-post</i> ; Estudo de caso Pesquisa-ação	Pesquisa qualitativa; Pesquisa quantitativa; Pesquisa quanti-qualitativa.	Entrevista; Questionário; Observação; Documentação indireta documental; Documentação indireta bibliográfica.	Técnicas de análise de dados qualitativa; Técnicas de análise de dados quantitativa.

Na classificação quanto aos fins da pesquisa, toma-se como base a taxionomia apresentada por VERGARA (1997), onde este estudo pode ser classificado como descritivo, pois visa descrever percepções, expectativas e sugestões da equipe de

profissionais especializados em estimativa de custos. Quanto aos meios, a pesquisa pode ser classificada como documental, bibliográfica e estudo de caso. É documental porque são consultados documentos internos da Petrobrás, porém apenas aqueles autorizados para divulgação; bibliográfica, porque parte de uma fundamentação teórica através de livros, periódicos e artigos, para servir de base para os assuntos relacionados com o problema, objetivos e questões de pesquisa: gestão por processos, modelos de maturidade de processos, metodologias para estruturar o processo de estimativa de custos e avaliação sob uma ótica multicritério de tomada de decisão, utilizando-se a lógica *fuzzy*.

Finalmente, a pesquisa é realizada através de um estudo de caso. Segundo YIN (2001) o estudo de caso é hoje encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real e de uma determinada realidade. O estudo de caso é realizado no setor de Engenharia de Custos da Petrobrás, onde seu processo é estudado, diagnosticado e avaliado. Para GIL (2002) o estudo de caso é utilizado para os seguintes propósitos:

- Explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- Preservar o caráter unitário do objeto estudado;
- Descrever a situação e o contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- Formular hipóteses ou desenvolver teorias;
- Explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

VERGARA (1997) define sujeitos da pesquisa como sendo as pessoas que fornecerão os dados de que o pesquisador necessita. No caso do problema em estudo, os sujeitos da pesquisa são os especialistas do processo de estimativa de custos, os quais são selecionados e qualificados sob determinados critérios previamente definidos.

Segundo PONTE *et al.* (2007) quanto à natureza, as pesquisas podem ser classificadas em três modalidades: quantitativa, qualitativa e quanti-qualitativa. Para ARAUJO e OLIVEIRA (1997) apud PONTE *et al.* (2007) a pesquisa qualitativa se dedica à compreensão dos significados dos eventos, sem a necessidade de apoiar-se em informações estatísticas. Já na pesquisa quantitativa, a base científica vem do

Positivismo, que durante muito tempo foi sinônimo de Ciência, considerada como investigação objetiva, o qual se baseava em variáveis mensuráveis e proposições prováveis. A pesquisa quanti-qualitativa é uma combinação das duas modalidades. Para este estudo, a pesquisa é classificada como qualitativa, pois é um estudo que se desenvolve numa situação real, rico em dados descritivos e obtido no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatizando mais o processo do que o produto. Este estudo se preocupa também em retratar a perspectiva dos participantes e focalizar a realidade da forma mais complexa e contextualizada.

3.2 Coleta de Dados

Para PONTE *et al.* (2007) a coleta de dados ocorre após a escolha e delimitação do tema, a pesquisa bibliográfica, a definição dos objetivos, a formulação do problema e das hipóteses ou pressupostos e a identificação das variáveis. Para VERGARA (1997) na coleta de dados, o leitor deve ser informado de como pretende obter os dados de que precisa para responder ao problema. A autora sugere que não se esqueça de correlacionar os objetivos aos meios para alcançá-los, bem como de se justificar a adequação de um ao outro. Se o pesquisador optar pela formulação de questões, a correlação deverá ser feita entre questões e meios para respondê-las.

Nesta fase podem ser empregadas diferentes técnicas, sendo as mais utilizadas a entrevista, o questionário e observação.

Segundo CERVO e BERVIAN (1996) apud PONTE *et al.* (2007) nos últimos anos, a entrevista passou a ser bastante empregada pelos pesquisadores das ciências administrativas. Essa técnica é utilizada sempre que os dados não são encontrados em registros e fontes documentais primárias, podendo ser facilmente obtidos através de contatos pessoais. Para VERGARA (1997) a entrevista pode ser informal, focalizada ou por pautas.

Já o questionário é a técnica mais utilizada de coleta de dados. Para VERGARA (1997) o questionário é uma série de questões apresentadas ao respondente, por escrito, e sem a presença do pesquisador. O questionário pode ser aberto, pouco ou não-estruturado, ou fechado e estruturado. No questionário aberto, as respostas livres são dadas pelos respondentes; já no fechado, o respondente faz escolhas diante de alternativas apresentadas. A autora sugere que um questionário não deva ter mais do que três tipos de questões, para não confundir o respondente.

A observação tem como objetivo a obtenção de informações por meio de órgãos dos sentidos do investigador durante sua permanência *in loco* da ocorrência de determinados aspectos da realidade. A observação consiste também em analisar o fato ou fenômeno.

Os procedimentos para coleta de dados descritos aplicam-se somente quando adquiridos diretamente das pessoas. Para GIL (2002), não são os indivíduos as únicas fontes de dados. Para LAKATOS e MARCONI (1991) apud PONTE *et al.* (2007), a coleta de dados baseada na documentação indireta consiste na leitura e análise de materiais produzidos por terceiros, podem se apresentar sob formas de textos, jornais, gravuras, filmes entre outras.

Para VERGARA (1997) cada um dos procedimentos relacionados apresenta vantagens e desvantagens, de acordo com o problema a ser investigado. A autora alerta que todos os itens de um projeto de pesquisa estejam intimamente relacionados e integrados. VERGARA (2005) sugere a aplicação do Método Delphi para ajudar em redigir um roteiro de entrevista ou questionário. O método é aquele em que visa a obter o consenso de opiniões de especialistas sobre o problema que está sendo investigado. É baseado na aplicação de um questionário, durante sucessivas rodadas, a um grupo de especialistas e preservando o anonimato. A cada rodada, os participantes recebem *feedback* sobre os resultados da rodada anterior, os quais são submetidos a algum tipo de tratamento.

Para atender os objetivos desta dissertação e solução do problema apresentado, a técnica de coleta de dados a ser utilizada é o questionário. O modelo de questionário utilizado é o proposto por SAXENA (2008), conforme Anexo I. Porém, este modelo foi construído para ser aplicado em processos voltados para gestão de contratos e avaliar a sua maturidade. Como o próprio autor recomenda que este modelo possa ser utilizado em outros processos, fez-se necessário a sua adequação para o processo de estimativa de custos, conforme pesquisa bibliográfica levantada nos itens 2.3.5 e 2.4.4.

O método do ECM proposto por SAXENA (2008) indica que os questionários sejam divididos nas seguintes áreas de processo da gestão de contratos: concepção e criação, colaboração, execução, administração e encerramento/análise dos contratos. Cada área de processo possui 10 questões, conforme ilustrado na figura seguinte.

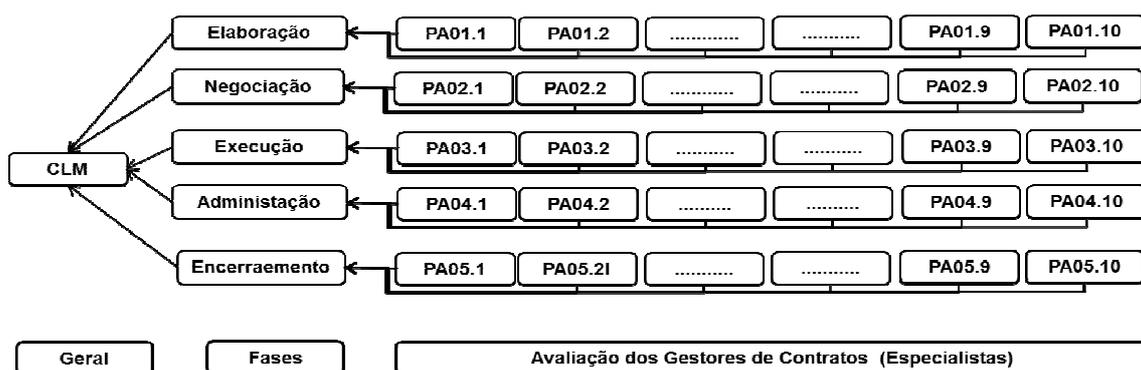


Figura 37 - Estrutura dos questionários da gestão da maturidade dos contratos (Adaptado de SAXENA, 2008).

Cada questionário possui uma pontuação individual que deverá ser assinalada pelo especialista. A pontuação final de todos os questionários deverá corresponder ao nível de maturidade correspondente a pontuação da tabela seguinte.

Tabela 8 - Tabela de conversão de pontuação em níveis de maturidade (SAXENA, 2008).

Contagem final	Modelo da maturidade
0.0-2.0	<i>“Ad Hoc”</i>
2.0-3.0	<i>Repetível</i>
3.0-4.0	<i>Definida</i>
4.0-4.5	<i>Gerenciada</i>
4.5-5.0	<i>Otimizada</i>

Conforme dito, estes questionários propostos por SAXENA (2008) devem ser customizados para atender às especificidades do processo de estimativa de custos do setor de Engenharia de Custos da Petrobrás, onde estão divididos nas seguintes áreas de processo: Recebimento das informações do Cliente; Elaboração da estimativa de custos; Documentação da estimativa de custos; Validação da estimativa de custos; e, Acompanhamento/avaliação final da estimativa do projeto (*close-out*). Os questionários customizados estão ilustrados no Apêndice II.

Portanto, são enviados os questionários com uma explicação prévia dos objetivos da pesquisa junto aos especialistas do setor de Engenharia de Custos envolvidos diretamente com o processo de estimativa de custos de projetos, em suas diversas áreas de atuação. De uma forma intencional, os questionários são distribuídos para profissionais que possuam experiência nesta atividade específica, com no mínimo

de 5 anos, para que possam contribuir de forma efetiva para a pesquisa. Os especialistas devem responder aos questionários, avaliando-se cada critério relacionado a sua respectiva área de processo.

Vários métodos *fuzzy* de decisão utilizando a opinião de especialistas são encontrados na literatura (COSENZA, 1981; LEE, 1996; HSU e CHEN, 1996; YAGER, 2000; LIANG e WANG, 2001; MARTINS, 2008 apud GRECCO, 2012). Esses métodos de decisão utilizam a teoria dos conjuntos *fuzzy* para encontrar a melhor alternativa de acordo com critérios estabelecidos, a partir de certa quantidade de informações, com o propósito de atingir um objetivo definido.

Em atendimento aos objetivos desta dissertação é utilizado o método proposto por HSU e CHEN (1996), chamado de Método de Agregação por Similaridade (SAM – *Similarity Aggregation Method*), para agregar as opiniões individuais e subjetivas dos especialistas e transformá-las em números *fuzzy*.

3.3 Tratamento dos Dados

Para VERGARA (1997) o tratamento de dados refere-se àquela seção na qual se explicita como se pretende tratar os dados a coletar, justificando por que tal tratamento é adequado aos propósitos do projeto. Os objetivos da pesquisa são alcançados através da coleta, o tratamento e interpretação dos dados, fazendo-se a correlação entre os objetivos e maneiras de atingi-los.

Os dados são tratados de forma qualitativa, isto é, codificando-os e apresentando-os de uma forma mais estruturada possível. Segundo VERGARA (1997) existem muitas estratégias para tratamento dos dados (análise do discurso, análise do conteúdo, grupo de foco, método *Delphi*, etc.) e escolher a apropriada é tarefa do pesquisador.

VERGARA (1997) sugere que o relatório final, posterior ao tratamento e análise dos dados, deve conter trechos do material analisado, no sentido de assegurar a fiel interpretação do pesquisador. A autora enfatiza a importância deste relatório para melhor explicitar os critérios utilizados na análise dos dados.

A metodologia desenvolvida terá três níveis fuzzy de indicadores da maturidade de processos: Indicadores primários; Indicadores por Áreas de Processo e Indicador Global (PEC – Processo de Estimativa de Custos). Os indicadores primários são aqueles obtidos através do levantamento das opiniões junto aos especialistas (questionários em

Anexo). A partir dos indicadores primários se desenvolve o segundo nível de análise, os indicadores *fuzzy* de maturidade das áreas de processo: Recebimento das Informações do Cliente; Elaboração da Estimativa de Custos; Documentação/Emissão da Estimativa de Custos; Validação da Estimativa de Custos; e, Acompanhamento/Avaliação Final da Estimativa do Projeto. Os indicadores *fuzzy* das áreas de processo são agregados em um indicador fuzzy em nível global (PEC). Assim, tem-se um sistema de causa e efeito consistente, que permite a determinação do nível de maturidade do processo, permitindo a identificação de forças e fraquezas para a melhoria de tomada de decisão.

Os fatos observados e os fatos resultantes na modelagem nebulosa são expressos por termos linguísticos, em termos de *inputs* e *outputs* para o sistema. Estes termos linguísticos buscam representar a complexidade da medição. Através dos modelos dos questionários (Apêndice II) pode-se medir um determinado insumo (figura 38) em 5 categorias: Nunca (1), Raramente (2), Algumas Vezes (3), Frequentemente (4) e Sempre (5). Esta é uma forma de raciocínio inerente a pessoas, mas se pedirmos a um especialista para definir em uma escala de 1 a 5 a condição de um determinado insumo, sendo 1 a pior situação e 5 a melhor, ele poderá apontar, por exemplo, para o número 3,4.

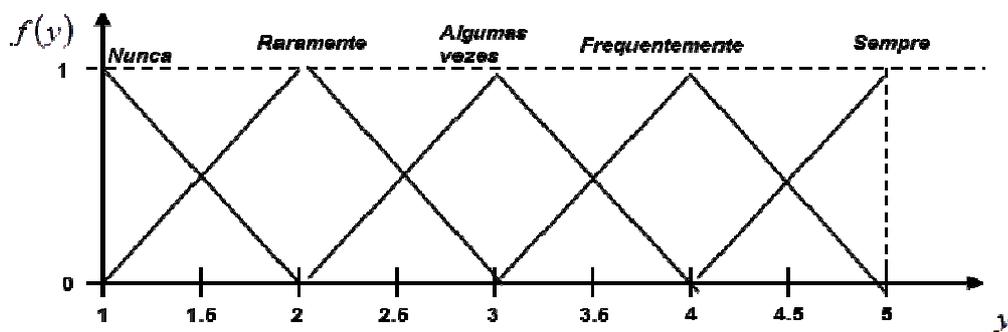


Figura 38 - Termos Linguísticos (Inputs) dos Questionários para Avaliação dos Indicadores Primários (Autor, 2013).

No caso dos termos linguísticos para *output* são utilizados os indicadores para cálculo da maturidade por área de processo e global, conforme já apontado na tabela 8 e expresso graficamente na figura 39 seguinte.

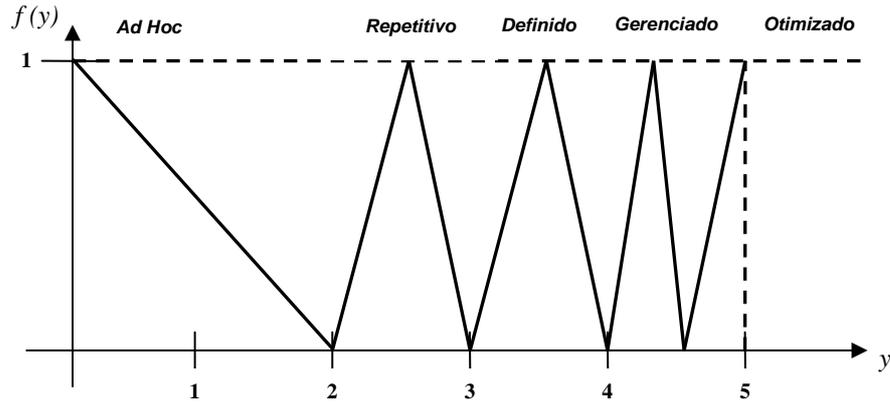


Figura 39 - Termos Linguísticos (Outputs) para Avaliação da Maturidade (Autor, 2013).

Sendo o conjunto *fuzzy* de *inputs* (figura 38) e de *outputs* (figura 39) respectivamente, ele pode ser representado pelas equações (2) e (3).

$$A = \{x, f(x), x \in R \text{ and } f(x) \in R \mid 1 \leq x \leq 5 \text{ and } 0 \leq f(x) \leq 1\} \quad (2)$$

$$B = \{y, f(y), y \in R \text{ and } f(y) \in R \mid 0 \leq y \leq 5 \text{ and } 0 \leq f(y) \leq 1\} \quad (3)$$

Considerando o termo linguístico da figura 38, pode-se dizer que o especialista apontou uma situação entre “Algumas vezes” e “Frequentemente”, isto é, existe uma componente de classificação de “Algumas vezes” e outra componente de “Frequentemente”, cuja perspectiva se reflete no eixo $f(x)$, onde 0 representa nenhuma aderência à classificação e 1 total aderência à classificação. A título de exemplo, segundo o termo linguístico da figura 38, pode-se representar $f(x_{Nunca})$ e $f(x_{Raramente})$, conforme as equações (4) e (5), sendo um número real variando de 1 a 5.

$$f(x_{Nunca}) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \geq 2; \\ 2 - x, & \text{se } 1 \leq x < 2. \end{cases} \quad (4)$$

$$f(x_{Raramente}) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq 1; \\ x - 1, & \text{se } 1 \leq x \leq 2; \\ 3 - x, & \text{se } 2 \leq x \leq 3; \\ 0, & \text{se } x \geq 3. \end{cases} \quad (5)$$

Assim, cada classificação terá sua expressão matemática para definir $f(x)$ para uma dada avaliação nos *inputs*. Desta forma, para $x = 3.5$ $f(x_{Nunca})$ será igual a 0 (zero), $f(x_{Algumas \text{ vezes}})$ será igual a 0,5 e $f(x_{Frequentemente})$ será igual a 0,5. Raciocínio

análogo pode ser feito para os outputs. As bases de regras do processo de decisão (se x então y) estão sujeitas a ponderações. Esta ponderação reflete o peso relativo da regra no resultado, isto porque o resultado é composto de uma operação de união das regras segundo um determinado critério. De posse desses elementos, se utiliza ferramentas da teoria de conjuntos para o processo chamado de *fuzzificação* e, através de um método matemático determinístico, chamado de *defuzzificação*, se obtém o resultado numérico da análise. O resultado desse processo fornece um índice resultante da aplicação dos insumos, de acordo com a modelagem *fuzzy* definida para a análise. Para o estudo de caso específico desta dissertação, utilizando-se este índice, construído através dos vários insumos, pode-se determinar o nível da maturidade em relação aos demais para cada critério e em relação às áreas de processo.

Considerando-se o indicador do resultado da avaliação da maturidade do processo de estimativa de custos como um “termômetro”, tem-se uma variação linear deste de acordo com a atitude do tomador de decisão. Desta forma, existe uma faixa de resultado do indicador com um limite inferior e outro superior, e não apenas médio. Este formato de ver os resultados é mais realista do que observando apenas os pontos centrais.

3.4 Limitações do Método

O método escolhido para a pesquisa pode vir a apresentar algumas dificuldades referentes à coleta e tratamento dos dados.

Com relação à coleta de dados a maior fragilidade diz respeito à disponibilidade para resposta dos questionários pelos especialistas. Como o volume de trabalho e de viagens no setor é bastante alto, demandará um tempo suficiente para atenção aos questionários e para não comprometer a qualidade das respostas.

A dificuldade de se ter um número significativo de respondentes, também pode vir a interferir na análise dos resultados e alcance de uma amostra maior. Algumas técnicas de tratamento de dados têm sua eficácia comprometida, caso essa etapa não seja cumprida conforme planejada.

Deve ser destacado que os resultados deste trabalho são baseados nas percepções, conhecimento e experiência dos especialistas, quanto ao processo de estimativa de custos. Logo, caso estas variáveis sejam muito divergentes entre os respondentes, pode ser que haja distorções e comprometimento na qualidade das

respostas. Logo, é desejável que os sujeitos da pesquisa sejam devidamente qualificados.

E, uma última limitação, diz respeito à pesquisa bibliográfica dos temas envolvendo maturidade de processos e engenharia de custos, o qual teve muita consulta às organizações e artigos internacionais, devido ao número restrito de publicações nacionais, principalmente relacionados ao segundo tema.

3.5 Etapas da Pesquisa

A metodologia aplicada no decorrer desta dissertação foi elaborada de modo a facilitar o encadeamento das etapas de pesquisa, da seguinte forma:

1ª Etapa: Pesquisa Bibliográfica e Documental

A pesquisa bibliográfica foi feita através da consulta a livros, periódicos, artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e monografias. Foram utilizadas ferramentas de busca do tipo Google e Portal de Periódicos CAPES para consulta ao material, através da pesquisa por termos como “*process management*”, “*maturity process*”, “*cost estimate*” e “*fuzzy logic*”. Também foi consultado o banco de dados de teses e dissertações das seguintes universidades: UFRJ, UFF, UERJ, UFSC, UFPR, USP e UFRGS; como também a base de dados de artigos e metodologias das instituições como AACE, IPA, NASA e PMI. A consulta dos livros foi feita através da ida a diversas bibliotecas da UFRJ, em especial as do CT (Centro de Tecnologia), COPPEAD (Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração) e IE (Instituto de Economia).

A pesquisa documental foi feita através de manuais, procedimentos, sistemáticas e fluxogramas internos à Petrobrás, onde apenas as informações com autorização para divulgação foram consideradas no trabalho.

Esta primeira etapa apresentou fundamental importância para a compreensão adequada da complexidade entre os fundamentos de maturidade de processos, estimativa de custos e lógica *fuzzy* em nível acadêmico e propiciou um aprofundamento no estudo destes temas.

2ª Etapa: Análise Comparativa dos Modelos

Após a identificação dos modelos existentes, realizou-se uma análise crítica da literatura e das informações coletadas, com a finalidade de identificar as potencialidades e limitações de cada modelo e selecionar aquele que serviu de base para estruturar o estudo de caso em questão.

3ª Etapa: Definição do Modelo Proposto

A partir das características dos modelos estudados e avaliados, além dos pontos de divergência e convergência identificados entre eles, foi possível definir um modelo de maturidade de processo que se adequasse melhor às áreas de processo de estimativa de custos.

4ª Etapa: Elaboração do Instrumento de Pesquisa

Esta etapa também foi de fundamental importância para se atingir os objetivos desta dissertação. O instrumento de pesquisa foi elaborado com base no modelo de maturidade escolhido e no resultado consolidado da pesquisa bibliográfica referente às metodologias em estimativa de custos. Tornou-se necessário customizar o instrumento de pesquisa para atender as especificidades do processo em questão, diferente do que é proposto na literatura.

5ª Etapa: Investigação com Especialistas

Os critérios para avaliação da maturidade do processo foram julgados pelos especialistas quanto a sua frequência e importância, através da metodologia proposta pelo modelo escolhido da literatura.

6ª Etapa: Determinação do grau de importância dos Especialistas

Como geralmente um grupo de especialistas é diversificado, as opiniões não podem ser consideradas com a mesma ponderação, ou seja, com o mesmo grau de importância. Dessa forma, cada opinião terá uma ponderação dada pelo peso do especialista.

Os dados coletados para determinação do grau de importância do especialista é feito através do instrumento de pesquisa, conforme Apêndice II. Este instrumento é o mesmo questionário que foi utilizado para identificação dos julgamentos do especialista, onde os seguintes parâmetros são abordados: Experiência na atividade de estimativa de

custos (mínimo 5 anos); Experiência em outras atividades (suprimentos, gestão de projetos, construção & montagem, engenharia, etc.); e, Função desempenhada. Cada questionário contém informações de um único especialista.

O grau de importância de cada especialista, segundo HSU e CHEN (1996), é seu grau de importância relativo em comparação aos outros especialistas e é definido por:

$$w_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

7ª Etapa: Escolha dos termos linguísticos e das funções de pertinência

Na ótica da teoria *fuzzy*, cada indicador pode ser visto como uma variável linguística, relacionada a um conjunto de termos linguísticos associados a funções de pertinência, em um conjunto referencial estabelecido previamente. Cada indicador será uma composição de termos linguísticos, obtidos em um processo de avaliação, feito por meio do julgamento de especialistas.

Os termos linguísticos foram definidos conforme tabela abaixo:

Tabela 9 - Tabela de termos linguísticos e funções de pertinência (Autor, 2008).

Grau de Importância	Simbologia	Termos Linguísticos	Número <i>Fuzzy</i> Triangular
1,0	N	NUNCA	(0,0; 1,0; 2,0)
2,0	R	RARAMENTE	(1,0; 2,0; 3,0)
3,0	AV	ALGUMAS VEZES	(2,0; 3,0; 4,0)
4,0	F	FREQUENTEMENTE	(3,0; 4,0; 5,0)
5,0	S	SEMPRE	(4,0; 5,0; 5,0)

8ª Etapa: Tratamento dos dados coletados dos Especialistas

Nesta etapa, utilizando o método de agregação por similaridade proposto por HSU e CHEN (1996), é feita a combinação dos julgamentos individuais dos especialistas. Os autores sugerem o seguinte procedimento:

1) Obtenção de uma medida de função de similaridade a partir da razão entre a interseção de cada duas opiniões dos especialistas e a união dessas opiniões.

$$S(E_i, E_j) = \frac{\int_x \left(\min \{ \mu_{E_i}(x), \mu_{E_j}(x) \} \right) dx}{\int_x \left(\max \{ \mu_{E_i}(x), \mu_{E_j}(x) \} \right) dx} \quad (7)$$

2) Construção da Matriz de Concordância (AM).

$$AM = \begin{bmatrix} 1 & S_{12} & S_{1j} & S_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{i1} & S_{i2} & S_{ij} & S_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{n1} & S_{n2} & S_{nj} & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

3) Cálculo do Grau de Concordância Médio, $A(E_i)$, obtido através dos dados obtidos da Matriz de Concordância, AM, de cada especialista envolvido no processo de estimativa de custos, pela média quadrática do grau de concordância entre eles.

$$AE_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} * [(S)_{i1}^2 + (S)_{i2}^2 + (S)_{i3}^2 + \dots + (S)_{in}^2]} \quad (9)$$

Onde S_{ij} representa o grau de concordância entre a opinião do especialista i e a opinião do especialista j ($n=22$).

4) Cálculo do Grau de Concordância Relativa, RAD_i , de cada especialista E_i .

$$RAD_i = \frac{A(E_i)}{\sum_{i=1}^n (AE_i)} \quad (10)$$

5) Cálculo do Coeficiente do Grau de Consenso de cada especialista (CDC_i) considerando o peso do especialista W_i . O Coeficiente do Grau de Consenso foi obtido para cada especialista sendo considerado tanto o grau de concordância relativa RAD_i , quanto o peso do especialista W_i .

$$CDC_i = \frac{RAD_i * W_i}{\sum_{i=1}^n RAD_i * W_i} \quad (11)$$

6) Determinação do valor fuzzy de cada indicador.

$$\tilde{N} = \sum_{i=1}^n (CDC_i * \tilde{n}_i) \quad (12)$$

Onde \tilde{n}_i é o número fuzzy triangular relativo aos termos linguísticos (N, R, AV, F, S) utilizados pelos especialistas na avaliação dos indicadores primários.

9º Etapa: Obtenção do número real associado a cada número triangular fuzzy (a,m,b) – Proposição feita por LAZZARI (1998).

$$V_{crisp} = \frac{(a + 2m + b)}{4} \quad (13)$$

Onde a, m e b são os valores do triângulo fuzzy obtido a partir da agregação das opiniões dos especialistas.

Cada valor *crisp* obtido foi dividido pelo valor máximo entre todos os valores *crisp*. Este processo de normalização é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_{norm} = \frac{V_{crisp}}{V_{max}} \quad (14)$$

Este valor *crisp* normalizado corresponde ao valor com grau de pertinência entre 0 e 1.

10ª Etapa: Defuzzificação

O objetivo desta etapa é obter um valor numérico discreto que melhor representa os valores fuzzy inferidos da variável linguística de saída, ou seja, obter indicadores (de

acordo com a realidade) por área de processo e global para avaliar o nível de maturidade.

Utilizando o método do centróide é calculado, para cada avaliação, o nível de maturidade do processo de estimativa de custos, aplicando-se a equação (1) estudada na revisão de literatura.

11ª Etapa: Avaliação da Maturidade do Processo e Proposição de Ações de Melhorias

O objetivo desta última etapa é avaliar o nível de maturidade do processo de estimativa de custos da área de Engenharia da Petrobrás, com base nos modelos adotados, tratamentos efetuados e resultados alcançados. São gerados faixas de indicadores de maturidade por área de processo e global, onde é possível realizar uma análise comparativa entre eles, e conseqüentemente, um diagnóstico das forças e fraquezas do processo. Também são propostas ações de melhorias, para aqueles critérios e áreas que apresentarem os mais reduzidos níveis de maturidade.

O processo de desenvolvimento da pesquisa, o qual aborda os diversos aspectos descritos anteriormente, pode ser observado de uma forma esquemática, na figura seguinte:

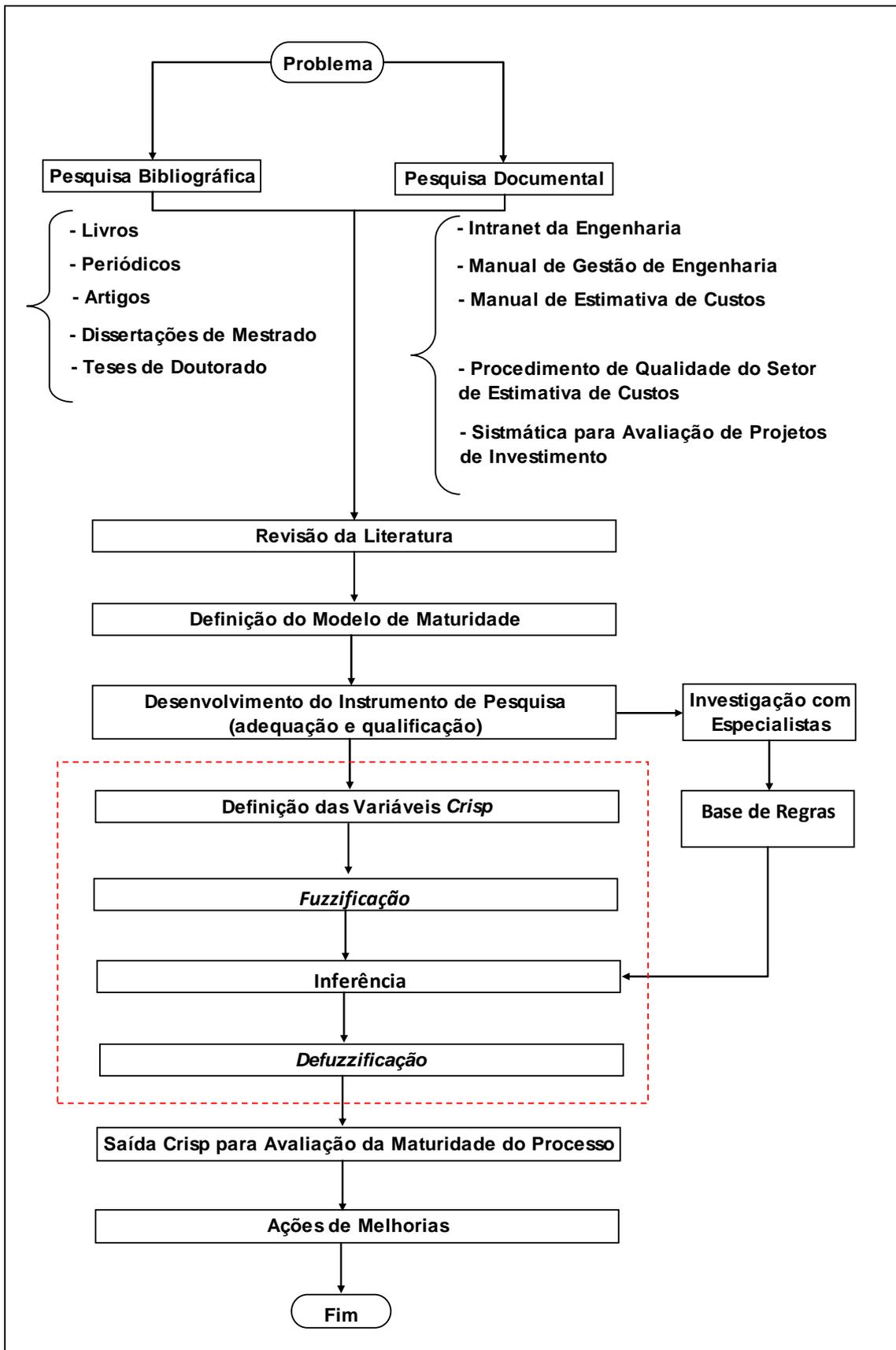


Figura 40 - Fluxograma para estruturação das etapas da pesquisa (Autor, 2013).

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Contextualizando a Engenharia

Conforme já explicitado, a Engenharia é uma unidade organizacional da Petrobrás, vinculada à Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Materiais (ETM) que tem a finalidade de implementar empreendimentos e prestar serviços técnicos de engenharia em condições acordadas com as Áreas de Negócio. Segundo o Manual de Gestão de Engenharia da Petrobrás (2011), a Área de Negócio é definida como uma unidade organizacional que, geralmente na qualidade de proprietário ou administrador, encomenda a execução dos serviços.

A atuação da Engenharia está ilustrada conforme figura 41. A implementação de empreendimentos tem como produto as instalações prontas e em condições de operação para atender aos requisitos de negócio e planejamento estratégico da Petrobrás.

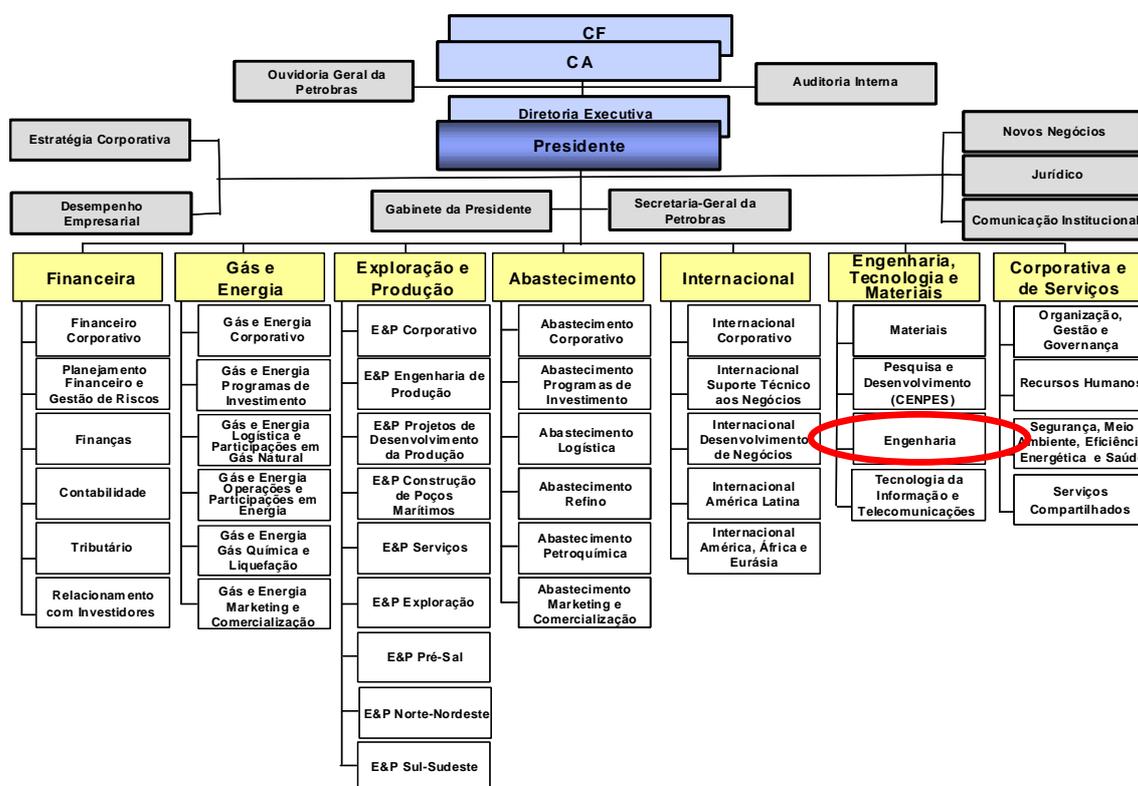


Figura 41 - Organograma Simplificado da Petrobrás (Adaptado da Intranet da Petrobrás, 2012).

Logo, a Engenharia implementa projetos para atender a vários segmentos de negócio: Exploração e Produção, Abastecimento, Gás e Energia, Internacional, sempre quando requisitado e através de Acordos de Nível de Serviço (ANS).

O principal macroprocesso da Engenharia é a Implementação de Empreendimentos, onde as principais atividades são: Construção, Montagem, Planejamento, Controle, Projeto, Suprimentos, Comissionamento e Entrega das Instalações, correspondendo principalmente à Fase IV da Sistemática de Implantação dos Projetos de Investimento do Sistema Petrobras (2012).

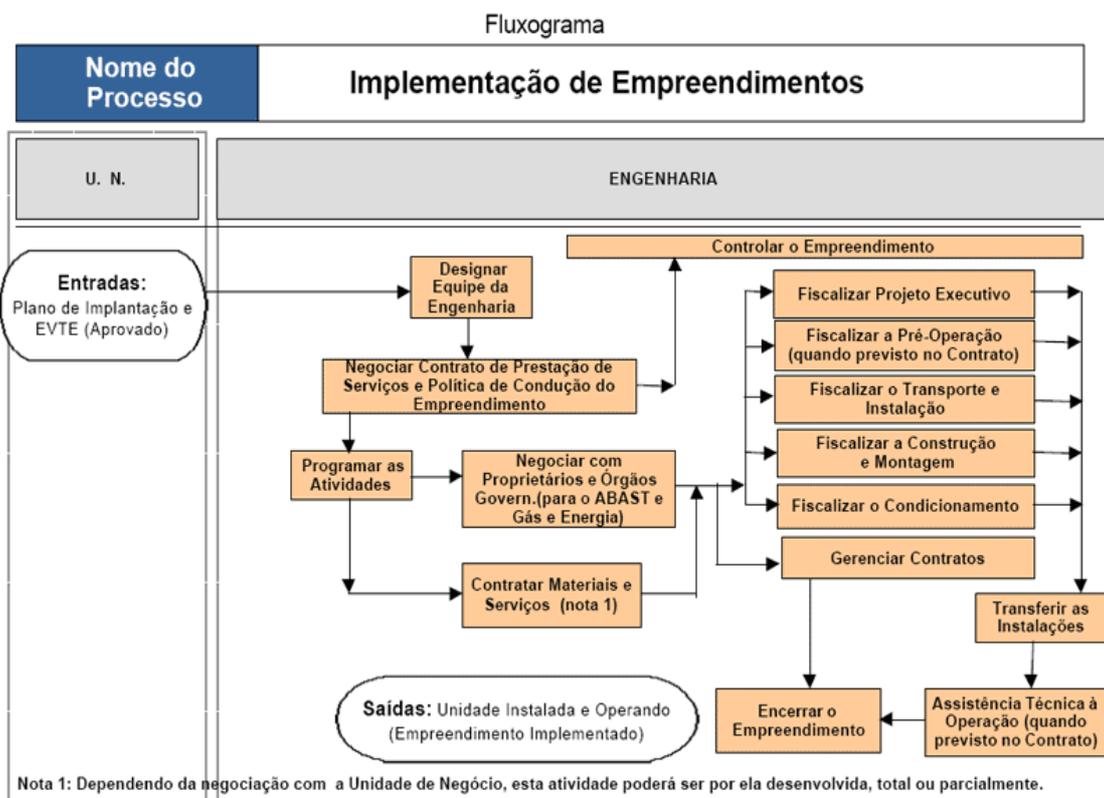


Figura 42 - Macroprocesso de Implementação de Empreendimentos (Adaptado da Intranet da Petrobrás, 2012).

Outros dois macroprocessos importantes da Engenharia são relacionados à Gestão e Prestação de Serviços da Engenharia. O macroprocesso de Gestão tem a função de planejar a atuação das Unidades da Engenharia de forma integrada à Companhia e às Áreas de Negócio, promovendo a avaliação de resultados e redefinindo os planos de melhoria para suas atividades.

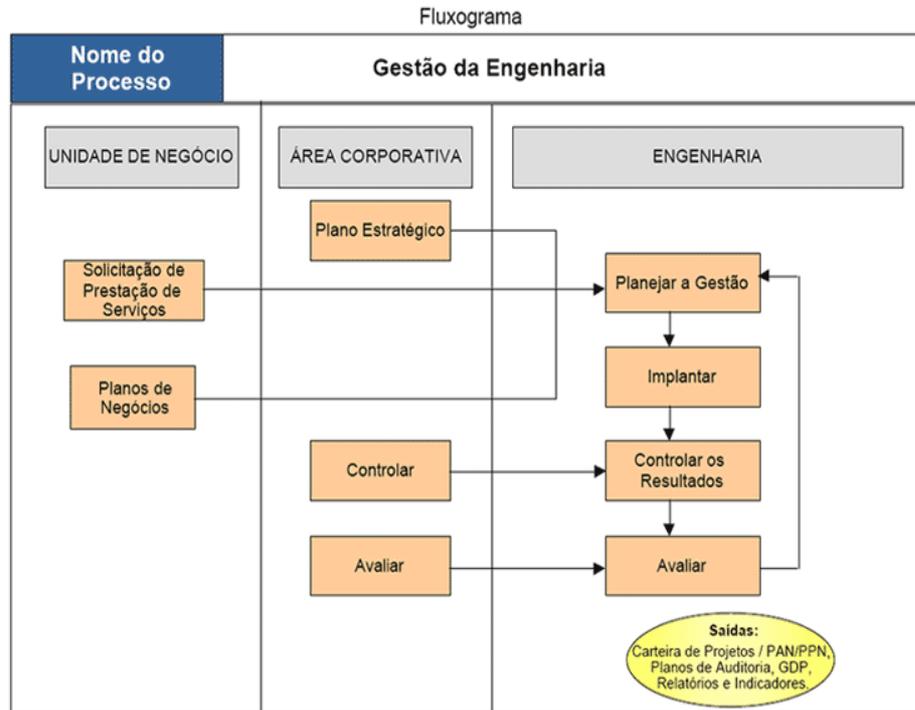


Figura 43 - Macroprocesso de Gestão da Engenharia (Intranet da Engenharia, 2012).

Já os processos relacionados a Serviços Técnicos são: Perícias e Avaliações em Ativos; Engenharia de Custos; Assessoramento Técnico em Fabricação; Construção e Montagem; Assessoramento em SMS – Segurança, Meio Ambiente e Saúde; Assessoramento em Aquisição de Bens e Serviços; Assessoramento em Planejamento e Controle; Documentação Técnica e Legal; Normalização Técnica; e, Apoio a Mobilização/Desmobilização.

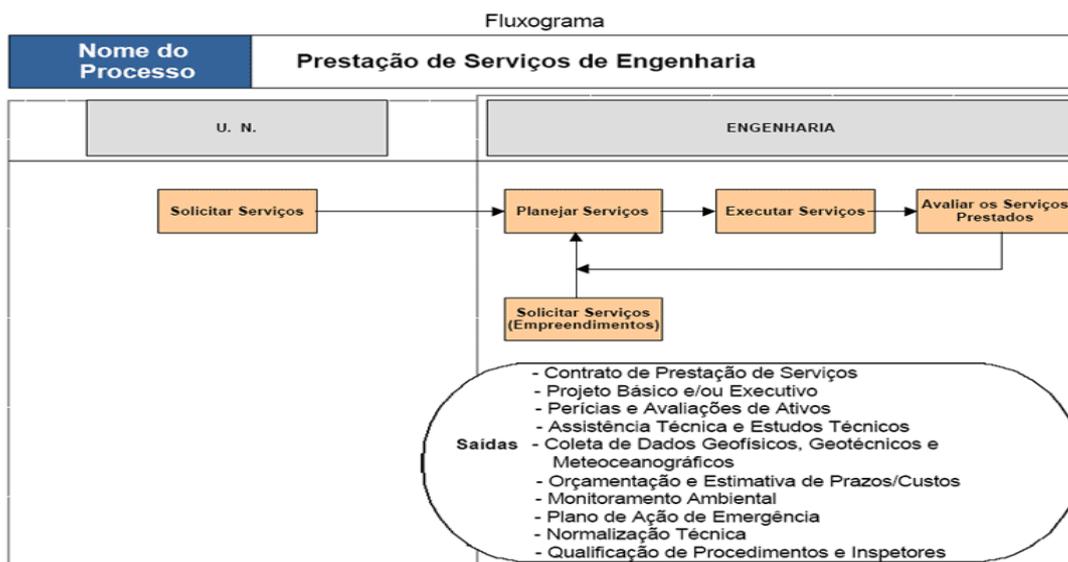


Figura 44 - Macroprocesso de Serviços da Engenharia (Intranet da Engenharia, 2012).

Assim, o macroprocesso de prestação de serviços técnicos pode atender tanto a própria estrutura organizacional da Engenharia como as outras áreas da Petrobrás. Embora a atuação da Engenharia esteja focada na Fase IV, as suas unidades também atuam nas fases anteriores de Planejamento e Gestão dos Projetos de Investimento, com suporte técnico às Áreas de Negócio em cada especialidade ou área de atuação.

4.2 PROCESSO DE ESTIMATIVA DE CUSTOS NA ENGENHARIA

No âmbito de toda a Companhia, a elaboração de estimativas de custos é obrigatória para avaliação preliminar de investimentos na Fase I, na avaliação de viabilidade da melhor alternativa do investimento na Fase II, do EVTEA - Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental na Fase III, bem como para atender os processos licitatórios nas proposições de contratação.

O processo de estimativa de custos é atribuição da unidade organizacional responsável pela implantação de projetos de investimento nas Fases I, II, III e Contratação, como também o encaminhamento de sua aprovação junto à Administração Superior da Petrobrás.

Na fase I, o setor de Engenharia de Custos atua como unidade organizacional apoiadora às Áreas de Negócio, dando suporte técnico para que a Gerências de Projetos avaliem seus investimentos. Nas fases II, III e Contratação, o setor de Engenharia de Custos atua na execução e coordenação das Estimativas de Custos dos novos projetos de investimento, em conjunto com as Unidades da Engenharia e Áreas de Negócio.

Segundo o Manual de Gestão de Engenharia da Petrobrás (2011), a Estimativa de Custos é definida como sendo o orçamento realizado pela companhia, com base em valores de mercado, englobando toda a remuneração prevista para a execução do projeto ou de um determinado investimento. O nível de detalhamento da estimativa de custos é função das informações técnicas disponíveis ou da finalidade da estimativa, variando da estimativa de preliminar que destina a informar a ordem de grandeza do investimento a ser realizado à estimativa de custos detalhada quando se dispõe de projeto básico ou de pré-detalhamento, para fins de aprovação pela Administração Superior e contratação junto ao mercado.

Já o custo de investimento é definido pelo Manual de Gestão de Engenharia da Petrobrás (2011) como o valor total estimado a ser aplicado na construção ou aquisição de bens destinados ao ativo imobilizado, incluindo gastos diretos e indiretos em

atividades de pesquisa, desenvolvimento, extração de petróleo e gás, refino, petroquímica, fertilizantes, transporte marítimo, transporte por terminais e dutos, geração de energia, distribuição, comercialização e prestação de serviços, assim como em atividades de apoio operacional e administrativas, indispensáveis à execução das atividades fins da Companhia.

O Processo de Estimativa de Custos de Investimento na Engenharia contempla as seguintes Áreas de Processo, também com base na Revisão de Literatura:

1) Recebimento das Informações do Cliente

Esta é a área inicial do Processo de Estimativa de Custos dos Projetos de Investimento da Petrobras. Consiste nas seguintes etapas:

- Recebimento formal do pedido do Cliente (a área de Engenharia de Custos trabalha sob demanda);
- Recebimento de toda a documentação do projeto;
- Entendimento de todo o escopo do projeto junto ao Cliente, através de reuniões técnicas ou visitas a unidades operacionais e canteiros de obras;
- Planejamento de toda a estimativa de custos;
- Estruturação de uma EAC – Estrutura Analítica de Custos, segundo uma EAP – Estrutura Analítica de Projeto definida pela Área de Negócio;
- Desenvolvimento das Premissas e Regras Básicas da estimativa de custos para definir claramente junto ao Cliente, quais custos serão e quais não serão considerados no escopo do projeto.

2) Elaboração da Estimativa de Custos de Investimento:

Esta é a área relativa ao desenvolvimento e execução da estimativa de custos. É a etapa mais longa de todo o processo e exige bastante da experiência e habilidade dos engenheiros de custos. Consiste nas seguintes etapas:

- Seleção e aplicação do método de estimativa de custos. A escolha de um método apropriado à fase do projeto é fundamental para o bom desenvolvimento da estimativa de custos;
- Utilização de um modelo robusto e confiável de custos através de uma abordagem sistemática;

- Identificação, obtenção e padronização dos dados. Esta é a etapa mais crítica na elaboração de uma estimativa de custos, pois dela são originados os custos a serem alocados nos pacotes de trabalho do projeto. Esta etapa envolve um grande trabalho e que demanda bastante tempo. Assim, deve ser acompanhada por uma área de Base de Dados, responsável pela recuperação e tratamento das informações.
- Cálculo dos custos através do modelo selecionado. Nesta etapa é importante que todas as fórmulas e dados de entrada sejam checados para assegurar a robustez do modelo.
- Realização de reuniões com a equipe do projeto, caso hajam dúvidas técnicas ao longo do desenvolvimento da estimativa de custos.

3) Documentação/Emissão da Estimativa de Custos:

Esta área deve documentar os resultados da estimativa de custos durante todo o processo. Ela é importante para manter a rastreabilidade e organização das informações, principalmente quanto aos questionamentos das equipes de projeto, auditorias (internas ou externas) e Administração Superior. Consiste nas seguintes etapas:

- Elaboração de um sumário detalhado dos principais custos;
- Preenchimento da EAC definida pela equipe do projeto;
- Reunião de fechamento com a equipe do projeto para documentação formal de quais itens de custos foram e quais não foram considerados no escopo do projeto;
- Emissão formal da estimativa de custo para equipe do projeto, através de documento padrão do setor de Engenharia de Custos;
- Apresentação breve dos resultados para as partes interessadas, sempre quando necessário;

4) Validação da Estimativa de Custos:

Esta área consiste na verificação dos resultados da estimativa de custos por parte de uma área responsável pela validação dos projetos e junto a área de negócio. O mais importante é que esta validação seja elaborada por profissionais não integrantes da equipe de custos ou de projeto, embora os primeiros participem para prestar esclarecimentos sempre quando forem necessários. Consiste nas seguintes etapas:

- Verificação dos parâmetros utilizados para elaboração da estimativa, através de indicadores de custos e histórico de projetos anteriores;
- Revisão ou reavaliação da estimativa caso haja alguma modificação no escopo do projeto;
- Atualização da estimativa caso haja mudanças na estratégia da companhia.

5) Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (*Close-Out*):

Nesta área ocorre tanto o acompanhamento dos custos estimados entre as fases de planejamento dos projetos de investimento, tanto a avaliação na fase de encerramento do empreendimento, onde geralmente ocorre até um ano após a partida da unidade. Consiste nas seguintes etapas:

- Gestão e documentação dos custos estimados entre as fases do projeto, para sinalizar quanto a possíveis escalas de preços;
- Controle dos custos realizados *versus* estimados ao longo da execução do empreendimento. Esta etapa deve ser coordenada pelas Unidades da Engenharia responsáveis pela fiscalização do empreendimento, onde os custos realizados devem ser informados ao setor de Engenharia de Custos;
- Retroalimentar o Banco de Dados da Engenharia para propiciar comparação entre os custos dos projetos;
- Promover e documentar o processo de Lições Aprendidas focado em custos entre as equipes de projeto.

Para uma melhor visualização do processo de estimativa de custos, com suas devidas entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*), propõe-se o seguinte fluxograma:

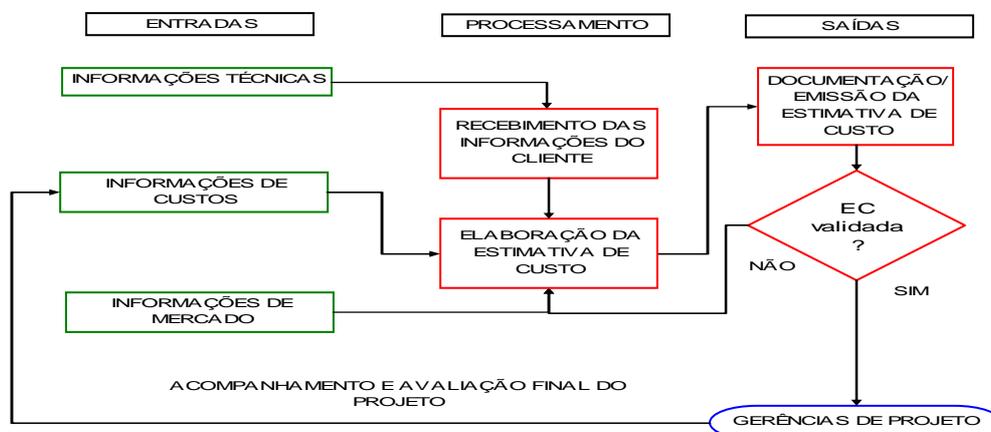


Figura 45 - Fluxograma Simplificado do Processo de Estimativa de Custos na Engenharia (Autor, 2013).

O Banco de Dados, que é um fator crítico de sucesso para qualquer etapa da estimativa de custos, pode ser ilustrado conforme figura 46.



Figura 46 - Banco de Dados da Engenharia (Autor, 2013).

O Banco de Dados agrega diversos tipos de informações, que atendam na questão de custo, e consiste no suporte necessário ao desenvolvimento, avaliação e comparação das estimativas de custos para os diversos projetos da companhia. É uma atividade que demanda bastante alocação de recursos, pois está em constante atualização junto as suas diversas fontes de informação. Os dados devem ser normalizados e tratados para que estejam disponíveis aos engenheiros de custos, nas diversas áreas do processo e sempre quando necessário.

4.3 Modelo *Fuzzy* para Processo de Estimativa de Custos

Na etapa da investigação junto aos especialistas foram enviados os questionários de pesquisa para 30 profissionais do setor de Engenharia de Custos, onde 22 responderam, totalizando 73,3 % de respondentes e refletindo numa amostra significativa para o problema em questão. Os profissionais que não responderam ao questionário de pesquisa alegaram os principais motivos:

- Falta de disponibilidade de tempo para responder ao questionário, visto que foi observado o grande número de questões;

- Excesso de carga de trabalho e pressão para cumprimento de prazos, o que impossibilitou a abertura dos questionários;
- Falta de interesse na pesquisa e dificuldades de entendimento da metodologia.

Portanto, as avaliações dos 22 especialistas são consideradas como dados de entrada para o Modelo *Fuzzy*. Os resultados das avaliações dos especialistas podem ser observados conforme Apêndice III. Os resultados foram organizados e automatizados em planilhas do *Microsoft Excel*.

Após esta etapa, inicia-se a determinação do grau de importância dos especialistas, através dos critérios estabelecidos e respondidos nos questionários de pesquisa: função, experiência na atividade estimativa de custos e experiência em outras atividades. Conforme equação (6), o grau de importância de cada especialista é seu grau de importância relativo em comparação aos outros especialistas. Segundo BELCHIOR (1997) os pesos de cada critério para qualificação dos especialistas foram definidos com o propósito de diferenciar quantitativamente itens subjetivos:

Função:

Consultor – 1,0

Coordenador de Engenharia de Custos – 0,8

Engenheiro de Custos – 0,5

Experiência na Atividade de estimativa de Custos:

15 anos ou mais – 1,0

De 10 a 14 anos – 0,9

De 05 a 09 anos – 0,7

Abaixo de 05 anos – 0,3

Nenhuma – 0

Experiência em outras atividades:

30 anos ou mais – 1,0

De 25 a 29 anos – 0,8

De 20 a 24 anos – 0,6

De 15 a 19 anos – 0,5

De 10 a 14 anos – 0,3

De 05 a 08 anos – 0,2

Abaixo de 05 anos – 0,1

Nenhuma – 0

A tabela 10 apresenta o grau de importância de cada especialista. O total de pontos de cada especialista (TP_i) é a soma dos graus de importância de cada critério técnico (função, experiência na atividade de estimativa de custos e experiência em outras atividades) coletas através do instrumento de pesquisa. E o grau de importância de cada especialista GIE_i é calculado através da equação (6).

Tabela 10 - Cálculo do Grau de Importância de cada Especialista (Autor, 2013).

E_i	Função	Experiência Estimativa	Experiência Outras	TP_i	GIE_i
1	0,8	0,7	0,2	1,7	0,0405
2	1,0	0,7	0,5	2,2	0,0524
3	0,5	0,7	0,6	1,8	0,0429
4	0,5	0,7	0,1	1,3	0,0310
5	0,5	0,7	0,1	1,3	0,0310
6	0,8	1,0	0,5	2,3	0,0548
7	0,8	0,7	0,1	1,6	0,0381
8	1,0	1,0	0,5	2,5	0,0595
9	1,0	0,9	0,5	2,4	0,0571
10	0,8	0,7	0,6	2,1	0,0500
11	0,5	0,7	0,5	1,7	0,0405
12	0,5	0,7	0,5	1,7	0,0405
13	1,0	0,9	0,3	2,2	0,0524
14	1,0	1,0	1,0	3,0	0,0714
15	1,0	1,0	0,5	2,5	0,0595
16	0,5	0,7	0,6	1,8	0,0429
17	0,8	0,7	0,2	1,7	0,0405
18	1,0	0,9	0,5	2,4	0,0571
19	0,5	0,3	0,1	0,9	0,0214
20	0,8	0,7	0,1	1,6	0,0381
21	1,0	0,7	0,3	2,0	0,0476
22	0,5	0,7	0,1	1,3	0,0310
				42,0	1,0

Como resultado do grau de importância de cada especialista tem-se o especialista 14 com a maior importância (0,0714) e o especialista 19 com a menor importância (0,0214).

Após esta etapa de recebimento e compilação dos dados dos especialistas, inicia-se a estruturação do Modelo *Fuzzy* para tomada de decisão multicritério. A figura a seguir ilustra este modelo em termos de entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) do sistema.

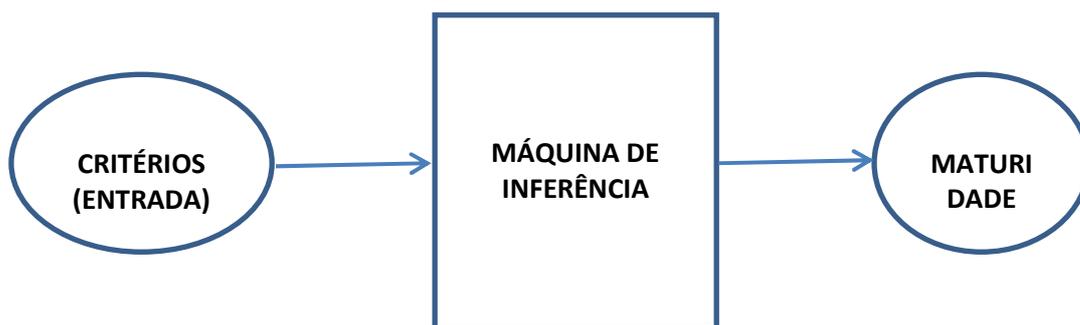


Figura 47 - Fluxo do Sistema Fuzzy para Estudo de Caso (Autor, 2013).

Com base na pesquisa bibliográfica e na investigação junto aos especialistas foram definidas as variáveis que irão compor o modelo fuzzy, conforme tabela a seguir, que darão origem as funções de pertinência. A função triangular foi escolhida em razão da facilidade na modelagem e uso por parte do Modelador (COSENZA *et al.*, 2006).

Tabela 11 - Variáveis Linguísticas de Entrada e Saída (Autor, 2013).

Variável	Tipo de Variável	Universo de Discurso		Funções de Pertinência	Termos Linguísticos	Método Defuzzificação
		Mínimo	Máximo			
Critérios	Entrada	0	5	Triangular	(NUNCA, RARAMENTE, ALGUMAS VEZES, FREQUENTEMENTE, SEMPRE)	NÃO APLICÁVEL
Maturidade	Saída	0	5	Triangular	(AD HOC, REPETITIVA, DEFINIDA, CONTROLADA, OTIMIZADA)	CENTRÓIDE

Já a base de regras relaciona a variável de entrada Critérios e a variável de saída Maturidade, conforme tabela a seguir. Foi utilizado o Modelo de MAMDANI (BARROS e BASSANEZI, 2010).

Tabela 12 - Base de Regras para Modelo Fuzzy (Autor, 2013).

SE	ENTÃO
Critérios	Maturidade
NUNCA	AD HOC
NUNCA	REPETITIVA
NUNCA	DEFINIDA
NUNCA	CONTROLADA
NUNCA	OTIMIZADA
RARAMENTE	AD HOC
RARAMENTE	REPETITIVA
RARAMENTE	DEFINIDA
RARAMENTE	CONTROLADA
RARAMENTE	OTIMIZADA
ALGMS VEZES	AD HOC
ALGMS VEZES	REPETITIVA
ALGMS VEZES	DEFINIDA
ALGMS VEZES	CONTROLADA
ALGMS VEZES	OTIMIZADA
FREQUENTEMENTE	AD HOC
FREQUENTEMENTE	REPETITIVA
FREQUENTEMENTE	DEFINIDA
FREQUENTEMENTE	CONTROLADA
FREQUENTEMENTE	OTIMIZADA
SEMPRE	AD HOC
SEMPRE	REPETITIVA
SEMPRE	DEFINIDA
SEMPRE	CONTROLADA
SEMPRE	OTIMIZADA

O Modelo *Fuzzy* para avaliação da maturidade do processo de estimativa de custos é proposto conforme figura 48.

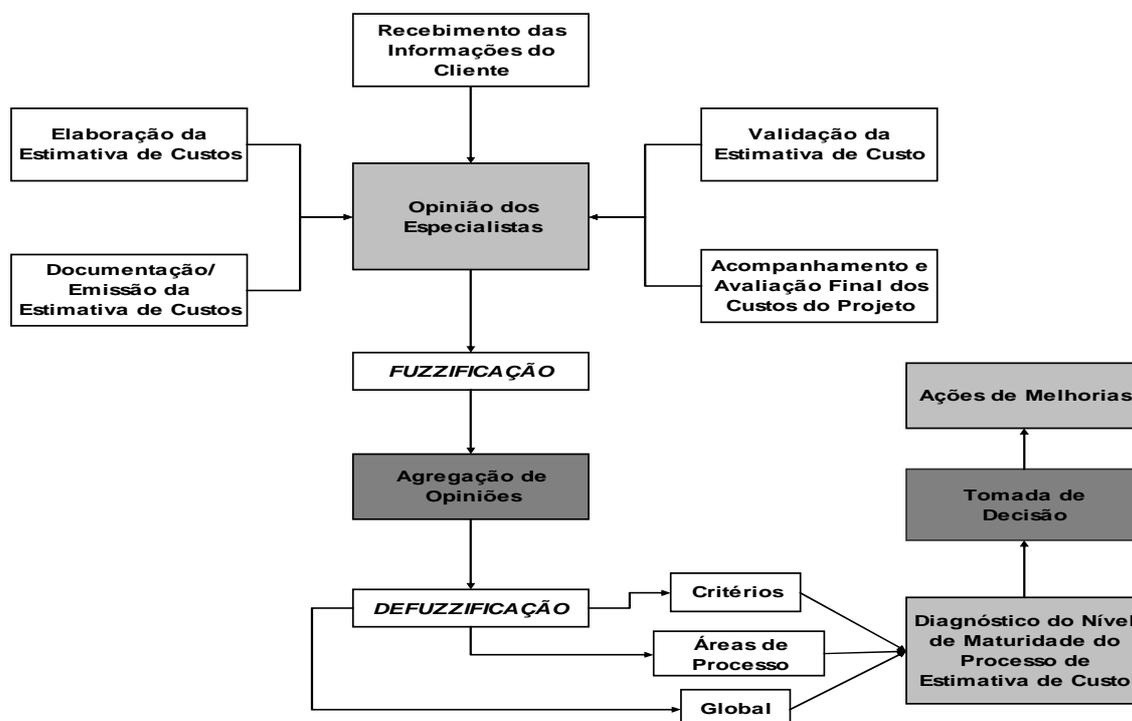


Figura 48 - Modelo Fuzzy para Avaliação da Maturidade do Processo de Estimativa de Custos (Autor, 2013).

Na etapa de agregação das opiniões é feito o tratamento dos dados coletados junto aos especialistas na avaliação de cada critério e para cada área de processo. Conforme revisto na Literatura, o Método de Agregação por Similaridade (SAM) é utilizado para tratar os dados.

1) Obtenção de uma medida de função de similaridade a partir da razão entre a interseção de cada duas opiniões dos especialistas e a união dessas opiniões.

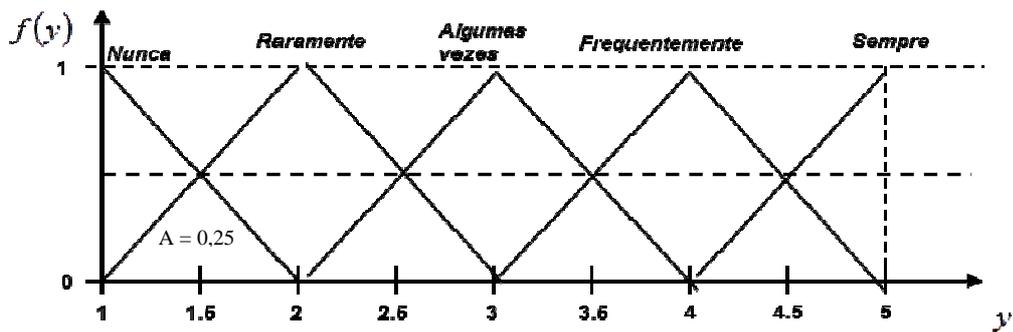


Figura 49 - Áreas de Interseção e União das Funções Triangulares (Autor, 2013).

Os valores da área de **interseção** das opiniões dos especialistas na avaliação do critério **PA01.1 – O processo de recebimento das informações é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa** relativo a Área de Processo 1 – Recebimento das Informações do Cliente são:

Tabela 13 - Áreas de Interseção das Opiniões dos Especialistas (Autor, 2013).

Opiniões dos Especialistas PA01.01	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
E1	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E2	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E3	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E4	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E5	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25
E6	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	1,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,25
E7	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E8	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E9	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E10	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E11	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E12	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E13	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E14	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E15	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E16	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
E17	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E18	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	1,00	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,25	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,25
E19	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E20	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E21	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,00	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25
E22	0,25	0,25	0,25	1,00	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	1,00	1,00	0,25	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00

Já os valores para área de **união** das opiniões dos especialistas são:

Tabela 14 - Áreas de União das Opiniões dos Especialistas (Autor, 2013).

Opiniões dos Especialistas PA01.01	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
E1	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E2	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E3	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E4	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E5	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E6	1,50	1,50	1,50	1,25	1,50	1,00	1,25	1,25	1,25	1,50	1,25	1,50	1,25	1,25	1,50	1,25	1,50	1,00	1,50	1,50	1,50	1,25
E7	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E8	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E9	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E10	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E11	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E12	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E13	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E14	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E15	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E16	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00
E17	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E18	1,50	1,50	1,50	1,25	1,50	1,00	1,25	1,25	1,25	1,50	1,25	1,50	1,25	1,25	1,50	1,25	1,50	1,00	1,50	1,50	1,50	1,25
E19	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E20	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E21	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,50	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,75	1,75	1,00	1,75	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,75
E22	1,75	1,75	1,75	1,00	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,00	1,00	1,75	1,00	1,75	1,25	1,75	1,75	1,75	1,00

2) Construção da Matriz de Concordância (AM).

Os valores da razão entre a interseção de cada duas opiniões dos especialistas e a união dessas opiniões na avaliação do critério **PA01.1 – O processo de recebimento das informações é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa** relativo a Área de Processo 1 – Recebimento das Informações do Cliente para construção da Matriz de Concordância são:

Tabela 15 - Matriz de Concordância dos Especialistas (Autor, 2013).

1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,20
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	1,00	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,20
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,14	1,00	0,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,14
0,14	0,14	0,14	1,00	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	1,00	0,14	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00	0,14

Nesta pesquisa foram observados alguns graus de concordância nulos, o que reduzirá a importância do especialista no julgamento final do critério avaliado.

3) Cálculo do Grau de Concordância Média, $A(E_i)$, através dos dados obtidos da Matriz de Concordância Relativa (AM) de cada especialista envolvido no processo de estimativa de custos, pela média quadrática do grau de concordância entre eles.

Aplicando-se a equação (9) para cada especialista têm-se os seguintes resultados:

Tabela 16 - Grau de Concordância Médio dos Especialistas (Autor, 2013).

Concordância Média PA01.01	$A(E_i)$
E1	0,7298
E2	0,7298
E3	0,7298
E4	0,6656
E5	0,7298
E6	0,3352
E7	0,6656
E8	0,6656
E9	0,6656
E10	0,7298
E11	0,6656
E12	0,7298
E13	0,6656
E14	0,6656
E15	0,7298
E16	0,6656
E17	0,7298
E18	0,3352
E19	0,7298
E20	0,7298
E21	0,7298
E22	0,6656
14,69	

4) Cálculo do Grau de Concordância Relativa (RAD_i) de cada especialista.

Aplicando-se a equação (10) para cada especialista têm-se os seguintes resultados:

Tabela 17 - Grau de Concordância Relativa dos Especialistas (Autor, 2013).

Grau de Concordância Relativa PA01.01	RAD_i
E1	0,0497
E2	0,0497
E3	0,0497
E4	0,0453
E5	0,0497
E6	0,0228
E7	0,0453
E8	0,0453
E9	0,0453
E10	0,0497
E11	0,0453
E12	0,0497
E13	0,0453
E14	0,0453
E15	0,0497
E16	0,0453
E17	0,0497
E18	0,0228
E19	0,0497
E20	0,0497
E21	0,0497
E22	0,0453

5) Cálculo do Coeficiente do Grau de Consenso de cada especialista, CDC_i , considerando o peso do especialista W_i . O Coeficiente do Grau de Consenso foi obtido para cada especialista considerando tanto o Grau de Concordância Relativa, RAD_i , quanto o peso do especialista W_i .

Aplicando-se a equação (11) para cada especialista têm-se os seguintes resultados:

Tabela 18 - Grau de Consenso entre os Especialistas (Autor, 2013).

Consenso do Especialista PA01.01	CDC _i
E1	0,0449
E2	0,0581
E3	0,0475
E4	0,0313
E5	0,0343
E6	0,0279
E7	0,0385
E8	0,0602
E9	0,0578
E10	0,0554
E11	0,0409
E12	0,0449
E13	0,0530
E14	0,0722
E15	0,0660
E16	0,0433
E17	0,0449
E18	0,0291
E19	0,0238
E20	0,0422
E21	0,0528
E22	0,0313

6) Determinação do valor *fuzzy* para cada indicador.

Aplicando-se a equação (12) têm-se os seguintes resultados para cada especialista e o consolidado para o indicador relativo ao critério **PA01.01**:

Tabela 19 - Números Fuzzy da Agregação das Opiniões entre os Especialistas (Autor, 2013).

Número Fuzzy PA01.01	a	m	b
E1	0,0897	0,1346	0,1794
E2	0,1161	0,1742	0,2322
E3	0,0950	0,1425	0,1900
E4	0,0939	0,1252	0,1565
E5	0,0686	0,1029	0,1372
E6	0,1115	0,1394	0,1394
E7	0,1155	0,1540	0,1926
E8	0,1805	0,2407	0,3009
E9	0,1733	0,2311	0,2888
E10	0,1108	0,1662	0,2217
E11	0,1228	0,1637	0,2046
E12	0,0897	0,1346	0,1794
E13	0,1589	0,2118	0,2648
E14	0,2166	0,2888	0,3610
E15	0,1319	0,1979	0,2639
E16	0,1300	0,1733	0,2166
E17	0,0897	0,1346	0,1794
E18	0,1164	0,1455	0,1455
E19	0,0475	0,0712	0,0950
E20	0,0844	0,1267	0,1689
E21	0,1056	0,1583	0,2111
E22	0,0939	0,1252	0,1565
	2,5424	3,5424	4,4854

O Método de Agregação por Similaridade (SAM) é repetido diversas vezes para os outros critérios – **PA01.02 a PA01.10** relativo a Área de Processo 1 – Recebimento das Informações do Cliente, assim como para os critérios das Áreas de Processo 2 – Elaboração da Estimativa de Custos; Área de Processo 3 – Documentação/Emissão da Estimativa de Custos; Área de Processo 4 – Validação da Estimativa de Custos; e, Área de Processo 5 – Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (*Close-Out*). Os resultados estão evidenciados no Apêndice IV e os cálculos foram facilitados devido a automatização das planilhas do *Microsoft Excel*.

4.4 Resultados Encontrados

De acordo com o que foi definido na etapa de Metodologia, os resultados encontrados são apresentados da seguinte forma:

- Indicadores primários oriundos dos critérios de frequência e agregação da opinião dos especialistas;

- Indicadores consolidados para cada área de processo de estimativa de custos: Recebimento das Informações do Cliente; Elaboração da Estimativa de Custos; Documentação/Emissão da Estimativa de Custos; Validação da Estimativa de Custos; Acompanhamento; e, Avaliação Final da Estimativa do Projeto (*Close-Out*);
- Indicador Global do Processo de Estimativa de Custos (PEC) dos projetos de investimento.

Os números *fuzzy* foram obtidos por meio da agregação da opinião dos especialistas relativos a cada Critério e Área de Processo de Estimativa de Custos. O grau de importância de cada critério (V_n) é calculado pela normalização dos valores reais, equação (13), e para cada um dos critérios, utilizando a equação (14).

A Tabela 20 mostra a avaliação dos critérios de cada área de processo de estimativa de custos. Os valores normalizados de cada critério (V_n) formam um conjunto *fuzzy* para o processo de estimativa de custos. Desta forma, obtiveram-se os indicadores para cada área de processo e global para avaliação da maturidade.

Tabela 20 - Resultados das Áreas de Processo 1 a 3 (Autor, 2013).

Área de Processo 1: Recebimento das Informações do Cliente						Área de Processo 2: Elaboração da Estimativa de Custos					Área de Processo 3: Documentação/Emissão da Estimativa de Custos						
Critério	a	m	b	V_R	V_N	Critério	a	m	b	V_R	V_N	Critério	a	m	b	V_R	V_N
PA01.1	2,5424	3,5424	4,4854	3,5282	0,8230	PA02.1	2,8244	3,8244	4,6034	3,7691	0,8103	PA03.1	2,9213	3,9213	4,5933	3,8393	0,8259
PA01.2	3,2775	4,2775	4,9016	4,1835	0,9759	PA02.2	3,3934	4,3934	4,7531	4,2333	0,9101	PA03.2	3,5172	4,5172	4,9053	4,3642	0,9389
PA01.3	2,0651	3,0651	4,0400	3,0589	0,7136	PA02.3	2,2968	3,2968	4,1754	3,2665	0,7022	PA03.3	1,9663	2,9663	3,9077	2,9516	0,6350
PA01.4	3,3685	4,3685	4,8212	4,2317	0,9872	PA02.4	3,8298	4,8298	5,0000	4,6224	0,9937	PA03.4	3,4398	4,4398	4,8436	4,2907	0,9231
PA01.5	3,4218	4,4218	4,8816	4,2868	1,0000	PA02.5	3,8840	4,8840	4,9543	4,6515	1,0000	PA03.5	3,8645	4,8645	5,0000	4,6484	1,0000
PA01.6	2,4877	3,4877	4,3887	3,4629	0,8078	PA02.6	3,0344	4,0344	4,6962	3,9499	0,8492	PA03.6	1,8185	2,8185	3,5828	2,7596	0,5937
PA01.7	1,9670	2,9670	3,9448	2,9615	0,6908	PA02.7	2,7605	3,7605	4,6657	3,7368	0,8034	PA03.7	1,8648	2,8648	3,7396	2,8335	0,6096
PA01.8	3,2945	4,2945	4,8226	4,1765	0,9743	PA02.8	3,6307	4,6307	4,9826	4,4686	0,9607	PA03.8	2,5366	3,5366	4,1251	3,4337	0,7387
PA01.9	0,7119	1,7119	2,6204	1,6890	0,3940	PA02.9	3,3239	4,3239	4,6470	4,1547	0,8932	PA03.9	3,0460	4,0460	4,4310	3,8923	0,8373
PA01.10	1,2461	2,2461	3,2246	2,2407	0,5227	PA02.10	1,6730	2,6730	3,6096	2,6572	0,5712	PA03.10	1,5452	2,5452	3,4858	2,5303	0,5443

Tabela 21 - Resultados das Áreas de Processo 4 e 5 (Autor, 2013).

Área de Processo 4: Validação da Estimativa de Custos						Área de Processo 5: Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out).					
Critério	a	m	b	V _R	V _N	Critério	a	m	b	V _R	V _N
PA04.1	1,9454	2,9454	3,9192	2,9389	0,7108	PA05.1	0,9167	1,9167	2,9167	1,9167	0,9850
PA04.2	1,8983	2,8983	3,7215	2,8541	0,6903	PA05.2	0,9606	1,9606	2,9022	1,9460	1,0000
PA04.3	1,3101	2,3101	3,1954	2,2815	0,5518	PA05.3	0,4249	1,4249	2,4067	1,4203	0,7299
PA04.4	3,2968	4,2968	4,6484	4,1347	1,0000	PA05.4	0,4680	1,4680	2,4481	1,4630	0,7518
PA04.5	2,9826	3,9826	4,4664	3,8535	0,9320	PA05.5	0,2471	1,2471	2,2304	1,2429	0,6387
PA04.6	2,0166	3,0166	3,8355	2,9713	0,7186	PA05.6	0,7076	1,7076	2,6580	1,6952	0,8711
PA04.7	1,6840	2,6840	3,5616	2,6534	0,6417	PA05.7	0,6464	1,6464	2,5902	1,6324	0,8388
PA04.8	1,4787	2,4787	3,2951	2,4328	0,5884	PA05.8	0,2262	1,2262	2,2098	1,2221	0,6280
PA04.9	1,7717	2,7717	3,5928	2,7270	0,6595	PA05.9	0,4357	1,4357	2,4171	1,4310	0,7354
PA04.10	1,0099	2,0099	2,9478	1,9944	0,4823	PA05.10	0,3920	1,3920	2,3736	1,3874	0,7130

Portanto, os indicadores primários oriundos dos critérios de frequência e agregação da opinião dos especialistas podem ser hierarquizados, em ordem decrescente de importância, dentro das áreas de processo, conforme tabela 22.

Tabela 22 - Resultados dos Indicadores Primários (Autor, 2013).

Área de Processo 1		Área de Processo 2		Área de Processo 3		Área de Processo 4		Área de Processo 5	
Critério	V _N								
PA01.5	1,0000	PA02.5	1,0000	PA03.5	1,0000	PA04.4	1,0000	PA05.2	1,0000
PA01.4	0,9872	PA02.4	0,9937	PA03.2	0,9389	PA04.5	0,9320	PA05.1	0,9850
PA01.2	0,9759	PA02.8	0,9607	PA03.4	0,9231	PA04.6	0,7186	PA05.6	0,8711
PA01.8	0,9743	PA02.2	0,9101	PA03.9	0,8373	PA04.1	0,7108	PA05.7	0,8388
PA01.1	0,8230	PA02.9	0,8932	PA03.1	0,8259	PA04.2	0,6903	PA05.4	0,7518
PA01.6	0,8078	PA02.6	0,8492	PA03.8	0,7387	PA04.9	0,6595	PA05.9	0,7354
PA01.3	0,7136	PA02.1	0,8103	PA03.3	0,6350	PA04.7	0,6417	PA05.3	0,7299
PA01.7	0,6908	PA02.7	0,8034	PA03.7	0,6096	PA04.8	0,5884	PA05.10	0,7130
PA01.10	0,5227	PA02.3	0,7022	PA03.6	0,5937	PA04.3	0,5518	PA05.5	0,6387
PA01.9	0,3940	PA02.10	0,5712	PA03.10	0,5443	PA04.10	0,4823	PA05.8	0,6280

Assim, pode-se analisar os seguintes resultados alcançados:

Área de Processo 1: Recebimento das Informações do Cliente

O critério relacionado ao PA01.5 – O registro das revisões dos documentos, durante o recebimento das informações, é mantido para fins de auditoria – apresentou o maior nível de maturidade entre os especialistas, pois este é um processo bem controlado e consolidado, dado que a rastreabilidade da informação é essencial para se atingir as metas do setor. Como a área de estimativa é de cunho confidencial e estratégico para a companhia, é auditada periodicamente por equipes internas e externas.

O critério relacionado ao PA01.9 – A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de recebimento das informações – apresentou o menor nível de maturidade entre os especialistas, pois mesmo o controle de recebimento da documentação sendo bem executado, isso não se traduz na sua medição para verificação da capacidade do processo, como também se apresenta oportunidades de melhorias e atende às expectativas das partes interessadas.

Área de Processo 2: Elaboração da Estimativa de Custos

O critério relacionado ao PA02.5 – Documentos impressos e eletrônicos nas diferentes versões da documentação são mantidos em um repositório específico, com visibilidade e acesso adequado para o pessoal – apresentou o maior nível de maturidade, pelos mesmos motivos identificados na área de processo anterior, ou seja, rastreabilidade e confidencialidade da informação.

O critério relacionado ao PA02.10 – As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de elaboração da estimativa de custos – apresentou a menor maturidade entre os especialistas, devido ao não compartilhamento e registro das informações entre os diferentes grupos de engenheiros de custos que realizam as estimativas, seja no planejamento (Fases I, II ou III) ou gestão dos projetos de investimento. Muitos erros e estouros de orçamentos seriam evitados, caso houvesse uma prática mais consolidada de disseminação das lições aprendidas entre todas as partes interessadas.

Área de Processo 3: Documentação/Emissão da Estimativa de Custos

O critério relacionado ao PA03.5 – Cópias físicas ou eletrônicas das estimativas são mantidas em um repositório específico, que permite visibilidade e acesso ao pessoal apropriado – apresentou o maior nível de maturidade entre os especialistas, pelos mesmos motivos apresentados nas áreas de processo anteriores.

O critério relacionado ao PA03.10 – As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de documentação/emissão da estimativa de custos – apresentou o menor nível de maturidade entre os especialistas, pelos mesmos motivos apresentados na área de processo anterior.

Área de Processo 4: Validação da Estimativa de Custos

O critério relacionado ao PA04.4 – Cópias das revisões e alterações nas estimativas são mantidas juntas e vinculadas as respectivas estimativas originais, de modo que as alterações feitas sejam facilmente visíveis, acessadas e acompanhadas – apresentou o maior nível de maturidade entre os especialistas, pelos mesmos motivos apresentados nas áreas de processo anteriores, como também para cumprimento das exigências de auditorias e das áreas de negócio.

O critério relacionado ao PA04.10 – As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de validação da estimativa de custos – apresentou o menor nível de maturidade entre os especialistas, pelos mesmo motivos apresentados nas áreas de processo anteriores. Mesmo já tendo uma integração entre os processos de validação, as lições aprendidas ainda não são registradas e compartilhadas pelas partes interessadas.

Área de Processo 5: Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out)

O critério relacionado ao PA05.2 – O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas – apresentou o maior nível de maturidade entre os especialistas, embora este processo ainda esteja sendo mapeado, procedimentado e consolidado entre todas partes interessadas. Mesmo este processo sendo reconhecido como de fundamental importância na organização, ainda não existe uma sistemática a ser seguida para o controle dos custos dos projetos de investimento.

O critério relacionado ao PA05.8 – Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando há um grande deslocamento entre custo estimado e realizado – apresentou o menor nível de maturidade entre os especialistas. Mesmo este processo sendo de fundamental importância para a boa gestão dos projetos de investimento, a interface entre as partes interessadas para que isso ocorra é praticamente inexistente.

4.5 Avaliação da Maturidade do Processo

O processo de *defuzzificação* permite obter um valor numérico discreto que melhor represente os valores *fuzzy* inferidos da variável linguística de saída (MORE, 2004), ou seja, obter os indicadores consolidados por cada Área de Processo e o indicador global do Processo de Estimativa de Custos.

Conforme visto nas etapas da Revisão de Literatura e Metodologia, utiliza-se o método de Centróide para os cálculos destes indicadores, utilizando-se a equação (1). Os resultados podem ser observados na tabela 23 tanto para os indicadores das áreas de processo, como também para o indicador global.

Tabela 23 - Resultados dos Indicadores por Área de Processo e Global (Autor, 2013).

Área de Processo	Indicador
Recebimento das Informações do Cliente	3,5976
Elaboração da Estimativa de Custos	4,0409
Documentação/Emissão da Estimativa de Custos	3,6998
Validação da Estimativa de Custos	3,0212
Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out)	1,5737
Processo de Estimativa de Custos (Global)	3,2005

A partir dos resultados encontrados, pode-se observar os indicadores de cada área de processo a partir de uma representação gráfica conforme figura seguinte.

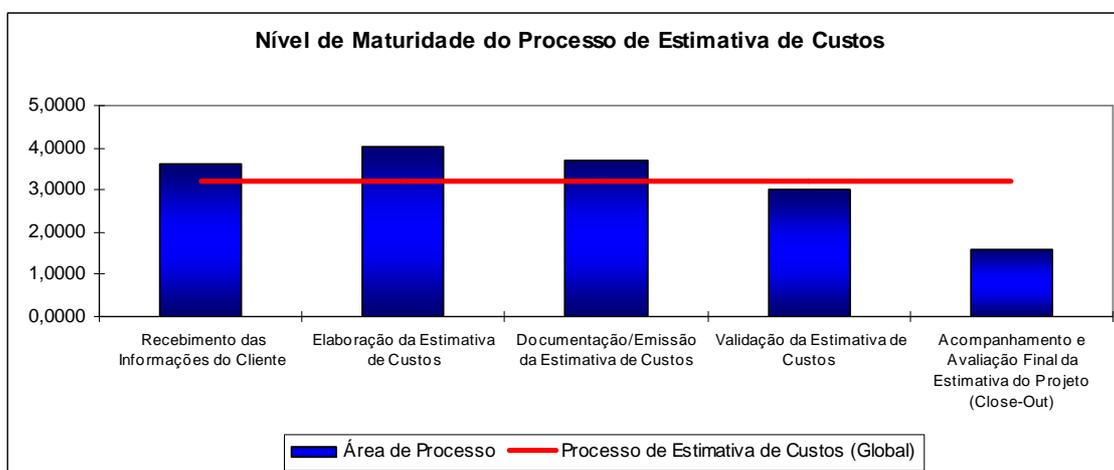


Figura 50 - Avaliação do Nível de Maturidade do Processo (Autor, 2013).

A partir da classificação proposta por SAXENA (2008), através da tabela 8, e conforme resultados alcançados no item anterior pode-se concluir acerca do diagnóstico da Maturidade do Processo de Estimativa de Custos dentro da realidade do setor de Engenharia de Custos da Petrobrás.

Tabela 24 - Classificação da Maturidade por Área de Processo e Global (Autor, 2013).

Área de Processo	Classificação
Recebimento das Informações do Cliente	Definida
Elaboração da Estimativa de Custos	Controlada
Documentação/Emissão da Estimativa de Custos	Definida
Validação da Estimativa de Custos	Definida
Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out)	Ad Hoc
Processo de Estimativa de Custos (Global)	Definida

Através dos resultados encontrados observa-se que, a Área de Processo 2 – Elaboração da Estimativa de Custos, apresentou o maior nível de maturidade, enquanto que, a Área de Processo 5 – Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out), apresentou o menor nível de maturidade. Esses resultados, de certa forma, eram esperados de ocorrer, pois a Área de Processo 2 é a mais consolidada, controlada, previsível e monitorada dentro do Setor de Engenharia de Custos e em relação as Gerências de Projeto da Petrobrás, constituindo-se como o de maior *know-how* entre os especialistas e gestores. Já a Área de Processo 5 é mais nova e constitui uma exigência de todas as partes interessadas, onde não existe um monitoramento dos custos estimados e avaliação final deste custos no *close-out* do projeto, principalmente dos custos estimados *versus* custos realizados.

Após a realização do diagnóstico dentro da realidade do Setor de Engenharia de Custos da Petrobrás e identificado os indicadores em seus três níveis, pode-se propor melhorias nos níveis de maturidade com base na literatura estudada. Segundo SAXENA (2008), quando um nível de maturidade dos processos avança para um próximo, significa que seus custos e riscos são reduzidos, como também a capacidade destes processos e a aderência às políticas, aos procedimentos e às diretrizes melhoram. Para HAMMER (2007) os processos avançam em sua maturidade quando seu desenho

está bem delineado, quando os executores têm a capacitação e conhecimentos adequados, quando existe um patrocinador que garanta e provenha com recursos para que se alcancem os resultados (sem perder a direção), que haja um respaldo em termos de infraestrutura (sistemas de informação) e que se utilizem métricas para que possa inferir e avaliar o desempenho destes processos e, compará-los com aquilo que foi planejado. Este autor também afirma que todos estes viabilizadores precisam avançar em conjunto, para que o processo também avance em seu nível de maturidade.

A abordagem de PAULK *et al.* (1993) reforça a idéia de que a passagem de um nível de maturidade para o próximo só ocorre se houver um aumento na capacidade e previsibilidade dos processos. Já para DELTORO e McCABE (1997) só é possível aumentar o nível de maturidade caso haja um total direcionamento da organização para a gestão por processos. HARMON (2004) coloca que dentro de uma mesma organização existe uma mistura de capacidade dos processos, o qual representa diferentes níveis de maturidade e soluções diferenciadas. Ou seja, HARMON (2004) recomenda que as organizações tornam-se mais motivadas a atingirem os próximos níveis de maturidade quando possuem metas claras e realistas de serem atingidas.

Para o estudo de caso em questão optou-se por estabelecer ações de melhorias focadas em dois aspectos:

- Indicadores primários voltado para os critérios PA01.10 a PA04.10 que obtiveram reduzidos níveis de maturidade em suas Áreas de Processo e valores menores que 0,60, o qual significa no mínimo 60% de atendimento dos critérios ao processo de estimativa de custos;
- Área de Processo 5 como um todo que apresentou o menor nível de maturidade em relação as demais áreas e em relação ao indicador global.

É importante destacar que um Plano de Ação, por si só, consiste num “projeto”, cujo sucesso depende fundamentalmente dos seguintes fatores:

- Designação de profissional experiente como responsável pelo processo de implantação e coordenação;
- Apoio da Alta Gerência como Patrocinadora;
- Disponibilidade de recursos financeiros e humanos, ou seja, equipes multidisciplinares com atuação voltada para gestão de processos.

As ações de melhorias são apresentadas conforme tabela seguinte:

Tabela 25 - Ações de Melhorias da Maturidade do Processo (Autor, 2013).

Critério	Ações
PA01.10 PA02.10 PA03.10 PA04.10	<ul style="list-style-type: none"> • Compartilhar as lições aprendidas, principalmente, entre os projetos de investimento de áreas diferentes (Plataformas com Logística, Refinarias com Dutos, Unidade de Tratamento de Gás com Unidade Termelétrica, entre outros); • Utilizar de forma sistemática o SYNAPSIS (Sistema de Informação voltado para registro das lições aprendidas); • Estabelecer metas para avaliar o compartilhamento das lições aprendidas (Através de Sistema Corporativo de Avaliação de Desempenho para os Engenheiros de Custos); • Realizar palestras e workshops entre grupos diferentes de Engenheiros de Custos.
Área de Processo 5 (PA 05.1 a 05.10)	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer um procedimento corporativo com representantes de todas as partes interessadas para desenhar o processo de acompanhamento e avaliação final do projeto; • Sistematizar o processo de acompanhamento dos custos estimados ao longo das fases de planejamento dos projetos para auxiliar na gestão dos custos; • Criar indicadores para medir o desempenho dos custos estimados em relação aos custos realizados e disponibilizar esta informação para todas as partes interessadas; • Criar uma base de dados corporativa dos custos dos projetos para facilitar a avaliação e comparação entre os empreendimentos realizados; • Criar direcionadores de custos padronizados e que sejam comparáveis às métricas internacionais dos projetos.

Para o caso da Área de Processo 5, que é a mais crítica, é necessário que a mesma avance de um nível de maturidade *Ad Hoc* (caótico) para Repetível num prazo de até um ano. Para SAXENA (2008), as seguintes ações devem ser implementadas

neste nível de maturidade: Estabilização do ambiente através de boas práticas de gestão; Introdução de uma cultura voltada para gestão de processos; Identificação de pontos críticos/gargalos no processo; e, Patrocínio da alta gerência para formação de um comitê responsável em propor mudanças na estrutura existente e na definição das tarefas.

5. CONCLUSÃO

Este último capítulo apresenta as considerações finais, as limitações da pesquisa e as sugestões para trabalhos futuros. As considerações finais, que buscam mostrar a validade e as contribuições desta dissertação, são desenvolvidas quanto o atendimento aos objetivos e questões de pesquisa definidos na introdução do trabalho.

5.1 Considerações Finais

Inicialmente esta pesquisa foi capaz de estruturar um encadeamento lógico de atividades para o desenvolvimento de um trabalho científico qualitativo, de forma a alcançar o objetivo principal e específicos deste trabalho. Em seguida, a etapa de Revisão de Literatura consolidou um conjunto de referências nacionais e internacionais baseadas em três grandes áreas de estudo: maturidade de processos, estimativa de custos e tomada de decisão multicritério baseada em lógica *fuzzy*, promovendo um avanço científico por meio da facilitação de pesquisas futuras sobre este tema.

Essa revisão permitiu avançar nas questões de pesquisa e objetivos específicos, tais como: estudar quais são as principais metodologias em estimativa de custos que são utilizadas como referências internacionais; estudar os principais métodos para avaliação de maturidade de processos e escolher pelo qual será o mais adequado para a realidade do Setor de Engenharia de Custos; mapear o processo de estimativa de custos à luz do que é abordado na Literatura; identificar forças e fraquezas no processo de estimativa de custos, através da investigação junto aos especialistas da atividade; propor instrumento de pesquisa de acordo com modelo de maturidade selecionado; avaliar a maturidade do processo de estimativa de custos sob uma ótica multicritério, através da lógica *fuzzy*”; analisar comparativamente os resultados da maturidade por área de processo e global; e, propor melhorias qualitativas em relação ao nível de maturidade diagnosticado.

Ainda em termos de Revisão de Literatura foram utilizados os artigos resultantes da pesquisa junto a diversas fontes de informação, principalmente no Portal da CAPES, os quais trouxeram informações científicas muito relevantes, além de destacar os pontos principais a serem desenvolvidos nas abordagens tidas como referenciais.

Na abordagem sobre gestão e maturidade de processos foram selecionadas as principais teorias e os principais autores dentro de um sequenciamento histórico para

visualizar suas semelhanças e diferenças. Além disso, foram abordados os principais modelos de maturidade (baseados no modelo CMM da SEI), através de uma pesquisa bibliográfica elaborada por vários autores e com destaque para HARMON (2009), cujos trabalhos são publicados na conceituada *Harvard Business Review*.

A pesquisa das metodologias em estimativa de custos foi embasada em associações tidas como referências internacionais, tais como *Total Cost Management Framework* (TCM), o *NASA Cost Estimating Handbook* e o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), o qual se mostraram consistentes no apoio ao mapeamento do processo de estimativa de custos, principal área de investigação do problema estudado.

Já a abordagem da lógica *fuzzy* contribuiu para suprir fraquezas de métodos que dizem respeito à deficiência em lidar com a subjetividade e a consistência dos julgamentos humanos nas avaliações de processos. A utilização da lógica *fuzzy* e sua expressão nos conjuntos *fuzzy* permitiu tratar com uma fundamentação matemática sólida, medidas subjetivas obtidas a partir da opinião pessoal dos especialistas que participaram desta pesquisa. Além disso, pode-se afirmar que a abordagem *fuzzy* tornou o método prático e objetivo, o que facilitou sua aplicação.

Após a consolidação deste material foram identificadas as suas convergências e divergências, de forma a adequar um modelo de maturidade mais próximo da realidade do processo de estimativa de custos da Engenharia, atendendo a alguns objetivos específicos e questões de pesquisa. Em seguida, foi customizado um instrumento de pesquisa baseado no modelo ECM proposto por SAXENA (2008) para avaliar a maturidade da gestão de contratos. Posteriormente foi aplicado o instrumento de pesquisa, através de questionários, direcionado aos especialistas devidamente qualificados do Setor de Engenharia de Custos da Petrobrás.

Com relação ao método de avaliação foi elaborada uma estrutura de critérios com enfoque nas áreas de processo de estimativa de custos, os quais foram classificadas como: Área de Processo 1 – Recebimento das Informações do Cliente; Área de Processo 2 – Elaboração da Estimativa de Custos; Área de Processo 3 – Documentação/Emissão da Estimativa de Custos; Área de Processo 4 – Validação da Estimativa de Custos; e, Área de Processo 5 – Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out).

As seguintes contribuições do método podem ser destacadas:

- A utilização do grau de importância do especialista na área de interesse por meio de um instrumento de pesquisa. É importante frisar que esses graus de importância podem, também, ser utilizados para avaliar e selecionar, antecipadamente o grupo de especialistas que participarão da avaliação dos indicadores.
- A utilização de números *fuzzy* triangulares para representar cada critério das Áreas de Processo;
- Aplicação do Método de Agregação por Similaridade (HSU e CHEN, 1996) em tomadas de decisão, na apuração dos julgamentos dos especialistas. Deste modo, o resultado final da avaliação tende para o maior grau de consenso e não para uma tendência central. Isso significa que, quando um especialista divergir totalmente dos demais especialistas, seu estado de concordância em relação aos demais será nulo, e com isso, seu julgamento poderá ser automaticamente desprezado pelo método.

Os resultados das avaliações da maturidade do processo revelaram que o método possibilitou a identificação de problemas relacionados ao critério – As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo – das Áreas de Processo 1 a 4. Isso ficou evidenciado pelo grau de atendimento inferior ao nível de aceitação (0,6) especificado neste trabalho. Cabe observar que este nível de aceitação pode ser modificado de acordo com as necessidades de avaliação e com os objetivos do pesquisador.

Ademais, a Área de Processo 5 – Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (*Close-Out*) – apresentou o nível de maturidade do tipo *Ad Hoc*, ou seja, o nível de maturidade mais baixo possível dentro da classificação especificada na Literatura. Neste nível não há processos organizados nem documentados, caótico, caracterizando o alcance dos resultados fruto de esforços individuais e heróicos. Existe uma necessidade urgente que esse processo evolua na sua maturidade e, como tal, foram propostas ações de melhorias ao final da avaliação.

Finalmente, a partir dos resultados alcançados pela aplicação do método, torna-se claro que o mesmo pode ser aplicado em qualquer organização que elabore estimativas de custos para seus projetos de investimento, desde que os critérios e suas avaliações sejam adaptados ou customizados de acordo com as características

organizacionais. Uma vez que todos os objetivos específicos são alcançados e as questões de pesquisa respondidas, é possível afirmar que a presente dissertação atingiu seu objetivo principal que é avaliar o nível de maturidade do processo de estimativa de custos de investimentos, implementados e gerenciados pela Engenharia da Petrobrás, sob uma ótica multicritério e utilizando-se lógica *fuzzy*.

5.2 Limitações da Pesquisa

O instrumento de pesquisa oriundo do modelo de maturidade ECM adaptado para este trabalho constituiu uma ferramenta customizada e não um roteiro a ser implementado imediatamente em qualquer processo, setor ou organização. O instrumento de pesquisa deve ser avaliado de acordo com os objetivos do pesquisador. O método, embora possa ser aplicado em qualquer indústria, deve ser precedido de um estudo para sua customização, cabendo ao pesquisador dar maior ênfase à algumas etapas, conforme for maior ou menor a pertinência para a linha de pesquisa e para os interesses da organização.

Considerando que o enfoque da engenharia de custos não é muito disseminado na indústria brasileira, pode-se considerar que ausência de referencial bibliográfico nacional consistente também se caracterizou um fator limitador da pesquisa, principalmente quando se trata do pouco enfoque dado ao proprietário quando se trata da gestão dos projetos de investimento.

Por fim, outro fator limitante da pesquisa foi a escassez de referencial teórico para definição dos graus de importância na etapa de qualificação dos especialistas. Isto é um aspecto importante para obter valores finais consistentes para a avaliação do pesquisador.

5.3 Sugestões para Trabalhos Futuros

- Para dar mais robustez ao método empregado, sugere-se que seja estendido para outras áreas na Petrobrás, que também realizam estimativas de custos de projetos. Ou seja, aplicar este método também para os projetos que não são implementados pela Engenharia e que respondem por, aproximadamente, 55% do total de investimentos do seu Plano de Negócio e Gestão. Os resultados

encontrados para o nível de maturidade nestes processos poderiam ser comparados, avaliados e identificados possíveis desvios em relação a pesquisa atual;

- Aplicação do modelo ECM em outros processos, principalmente para avaliação da maturidade da gestão de projetos. Inclusive, o tema relacionado à Maturidade de Projetos é de grande relevância para a Petrobras e impacta diretamente em diversas atividades e em diversas Áreas de Negócio;
- Utilização de outro modelo para avaliação do nível de maturidade do processo de estimativa de custos, a fim de identificar convergências e divergências em relação ao modelo atual utilizado neste estudo de caso. Novos modelos de maturidade constantemente surgem na literatura;
- Repetição do processo de análise do nível de maturidade no mesmo Setor de Engenharia de Custos, após um ano, para verificar se as ações sugeridas estão sendo implementadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACE, 1997, *Cost Estimate Classification System*. In: AACE International Recommended Practice No. 17R-97, Morgantown, WV.

AACE, 1997, *Cost Estimate Classification System – As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries*. In: AACE International Recommended Practice No. 18R-97, Morgantown, WV.

AACE, 2006., *TCM – Total Cost Management Framework: An Integrated Approach to Portfolio, Program, and Project Management*. Disponível em: <<http://www.aacei.org/resources/tcm/>>. Acesso em: 02 abr. 2012.

AACE, 2008, *Cost Estimate Classification System – As Applied For The Building And General Construction Industries*. In: AACE International Recommended Practice No. 56R-08, Morgantown, WV.

ARAÚJO, L. C., RODRIGUEZ, M. V. C., “Maturidade em Gestão por Processos: Uma Análise da Percepção Organizacional”. *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, TN-STP-135-862-19236, Belo Horizonte, MG, Brasil, 04-07 de Outubro de 2011.

BARROS, L. C., BASSANEZI, R. C., 2010, *Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática*. 2 ed. Campinas, São Paulo, Gráfica Central da UNICAMP.

BELCHIOR, A. D., 1997, *Um modelo fuzzy para avaliação da qualidade de software*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

CARVALHO, L. L. P. C., 2007, *Seleção de Localização Industrial com Base em Método Fuzzy de Tomada de Decisão Multicritério: Estudo de Caso de uma Empresa do Setor de Bebidas Brasileiro*. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

- CLEMENTE, A., SOUZA, A., 2009, *Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações*. 6 ed. São Paulo, Atlas.
- CLEMENTE, A., 2008, *Projetos Empresariais e Públicos*. 3 ed. São Paulo, Atlas.
- CLÔ, A., 2000, *Oil Economics and Policy*. Norwell, Kluwer Academic Publishers.
- CONFORTO, S., SPRANGER, M., 2008, *Estimativas de Custos de Investimentos para Empreendimentos Industriais*. 2 ed. Rio de Janeiro, Taba Cultural.
- CÔRTEZ, J.G.P., 2012, *Introdução à Economia da Engenharia: Uma visão do processo de gerenciamento de ativos de engenharia*. São Paulo, Cengage Learning.
- CROSBY, P. B., 1979, *Quality is free: the art of making quality certain*. New York, McGraw-Hill Companies.
- COSENZA, C. A. N., COSTA, J. F. S. WANDERLEY, A. J. M., “Utilização de Algoritmos Genéticos em Metodologia Multicritério: Uma Solução para Inconsistência Matricial”. *XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 0602-0239, Florianópolis, SC, Brasil, 03-05 de Novembro de 2004.
- COSENZA, C. A. N., MARTINS R. C., ARRUDA, D. M., “Modelagem do planejamento mestre da produção através do emprego de regras nebulosas”. *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, TR-450301-7831, Fortaleza, CE, Brasil, 09-11 de Outubro de 2006.
- COSENZA, C. A. N., CHAMOVITZ, I., “Lógica Fuzzy: Alternativa viável para projetos complexos no Rio de Janeiro”. *XIV PROFUNDÃO*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 27-29 de Outubro de 2010.
- CURTIS, B., WEBER, C., 2008, *Business Process Management Maturity Model (BPMM) of OMG*. Disponível em:<<http://www.omg.org/docs/formal/08-06-01.pdf>> Acesso em 19 fev. 2013.

- DETORO, I., MCCABE, T., 1997, “*How to stay flexible and elude fads*”, *Quality Progress*, Vol. 30, March, pp. 55-60.
- GARDNER, R., 2004, *The Process-Focused Organization*, Milwaukee, WI, USA, Quality Press.
- GRECCO, C. H. S., 2012, Avaliação da resiliência em organizações que lidam com tecnologias perigosas: o caso da expedição de radiofármacos. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- GIL, A. C., 2002, *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo, Atlas.
- GUENDLER, V., DUARTE M. D. O., ALMEIDA, A. T., “Sistema de Apoio à Decisão Multicritério para Seleção de Projetos”. *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, TN-STO-098-662-12875, Salvador, BA, Brasil, 06-09 de Outubro de 2009.
- HARMON, P., *Process Maturity Models*, 2009. Disponível em: <<http://www.bptrends.com/publicationfiles>>. Acesso em: 15 abr. 2012.
- HARMON, P., *Evaluating an Organization's Business Process Maturity*, 2004. Disponível em: <<http://www.bptrends.com/publicationfiles>>. Acesso em: 20 abr. 2012.
- HAMMER, M., 2001, “Processed Change”, *Journal of Business Strategy*, v.22, n.6 (Jun), pp.11-15.
- HAMMER, M. *The process audit*, 2007. Disponível em: <<http://hbr.org/2007/04/the-process-audit/ar/1>>. Acesso em 10 jan. 2013.
- HARRINGTON, H.J., 1991, *Business process improvement*. New York, McGraw Hill.

HÜFFNER, T., 2007, *The BPM Maturity Model- Towards A Framework for assessing the Business Process Management Maturity of Organisations*, Master Thesis University of Karlsruhe. GRIN Publishing.

HUMPHREYS, K. K., “Cost Engineering For Projects (In a Worldwide Economy)”. *3rd SENET Project Management Conference*, Bratislava, Slovakia, pp. 22-24, September 2004.

IQMS GLOBAL, *Capability Maturity Model Integration*. Disponível em <<http://www.iqmsglobal.com/index.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2012.

LAZZARI, L, MACHADO A.,1998, *Teoría de la decisión fuzzy*. Buenos Aires, Ediciones Macchi.

LIN-XIN, W., 1997, *A Course in Fuzzy Systems and Control*. Prentice-Hall.

LOCKAMY, A., MCCORMACK, K., 2004, “*The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation*”, *Supply Chain Management: An International Journal*, v.9, n.4 (Abr), pp.272-278.

MALHOTRA, N. K., 2006, *Pesquisa em marketing: uma orientação aplicada*. 4. ed. Porto Alegre. Bookman.

MAULL, R.S., *et. al.*, 2003, “*Factors characterising the maturity of BPR programmes*”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23 No. 6, pp. 596-624.

MCCORMACK, K.; JOHNSON, W., WALKER, W. T., 2001, *Supply chain networks and business process orientation: advanced strategies and best practices*. Boca Raton, CRC Press LLC.

MCCORMACK, K., *et. al.*, 2009, "A global investigation of key turning points in business process maturity", *Business Process Management Journal*, Vol. 15 Iss: 5 pp. 792-815.

MORE, J. D., 2004, Aplicação da lógica *fuzzy* na avaliação da confiabilidade humana nos ensaios não destrutivos por ultra-som. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. Brasil.

MOREIRA, M. J. B. M., 2010, *Contribuições aos Modelos de Maturidade em Gestão por Processos e de Excelência na Gestão utilizando o PEMM e o MEG*. Dissertação de M. Sc., LATEC/UFF, Niterói, RJ, Brasil.

NASA, 2002, *CEH – Cost Estimating Handbook*. 1 ed. Los Angeles, CA, Booz Allen Hamilton Inc.

NIVEN, P.R., 2003, *Balanced Scorecard: Step-by-Step for Government and Nonprofit Agencies*. New York, John Wiley & Sons.

OILNERGY. *ICE Brent Crude Oil Closing Price*. Disponível em: <<http://www.oilnergy.com/>>. Acesso em 23 mar. 2012.

PAIM R., CAULLIRAUX H. M., CARDOSO R., 2008, "Process management tasks: a conceptual and practical view", *Business Process Management Journal*, Vol. 14 Iss: 5 pp. 694 – 723.

PARK, C. S., SHARP-BETTE, G.P., 1990, *Advanced Engineering Economics*. New York, John Wiley & Sons.

PAULK, *et. al.*, 1993, "Capability Maturity Model for Software, Version 1.1". In: *Software Engineering Institute*, CMU/SEI-93-TR-24, Fev.

PETROBRÁS, Desdobramento do *Plano de Negócios*. Intranet da Engenharia, 2011. Disponível em: <<http://www.engenharia.petrobras.com.br>>. Acesso em 18 mar. 2012.

- PETROBRÁS, *Manual de Gestão da Engenharia*. Intranet da Estratégia, 2011. Disponível em: <<http://www.estrategia.petrobras.com.br>>. Acesso em 30 mar. 2012.
- PETROBRÁS, *Plano de Negócios 2011-2015*. Intranet da Estratégia, 2011. Disponível em: <<http://www.estrategia.petrobras.com.br>>. Acesso em 18 mar. 2012.
- PETROBRÁS, *Sistemática Corporativa de Projetos de Investimento*. Intranet da Estratégia, 2009. Disponível em: <<http://www.estrategia.Petrobrás.com.br>>. Acesso em 15 mar. 2012.
- PMI, 2004, *PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. 3 ed. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA.
- PONTE, V. M. R., OLIVEIRA, M. C., MOURA, H. J., BARBOSA, J. V., “Análise das Metodologias e Técnicas de Pesquisas Adotadas nos Estudos Brasileiros sobre *Balanced Scorecard*: Um Estudo dos Artigos Publicados no Período de 1999 A 2006”. *I Congresso ANPCONT, EPC079*, Gramado, RS, Brasil, 17-19 de Julho de 2007.
- PRADO, D. S., 2008, *Maturidade em Gerenciamento de Projetos*. Nova Lima, INDG Tecnologia e Serviços Ltda.
- PRITCHARD, J.P. AND ARMISTEAD, C., 1999, “*Business process management – lessons from European business*”, *Business Process Management Journal*, Vol. 5 No. 1, pp. 10-35.
- RODRIGUES, R. G., 2008, *Aplicação da Matemática Fuzzy à Gestão de Competências por Processos*. Dissertação de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- ROHLOFF, M., 2009, “Case Study and Maturity Model for Business Process Management Implementation”, *BPM 2009, LNCS 5701*, pp. 128–142.

- ROSEMANN, M., DE BRUIN, T., HUEFFNER, T., 2004, “*A Model for Business Process Management Maturity*”. In: ACIS 2004 Proceedings of the Australasian Conference on Information Systems.
- ROSEMANN, M., DE BRUIN, T., 2005, “*Towards a Business Process Management Maturity Model*”. In: Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS 2005), Regensburg.
- RÖGLINGER M., PÖPPELBUß J., BECKER J., 2012, "*Maturity models in business process management*", Business Process Management Journal, Vol. 18 Iss: 2 pp. 328-346.
- RUMMLER, G.A., BRACHE, A.P., 1994, *Improving Performance*. São Paulo, Makron Books.
- SÁ, M. H. H. M., 2009, *Avaliação do Processo de Estimativa e Controle de Custos de Investimento (CAPEX) em Projetos de Desenvolvimento da Produção de Petróleo*. Dissertação de M. Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia De Produção/UFF, Niterói, RJ, Brasil.
- SANTOS DE MELO, N., SANTOS TEODORO, F. M., LADEIRA, M. B., DE OLIVEIRA, M. P. V., “Modelos de Maturidade em Processos: Um Estudo Exploratório”. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, TN-STO-130-833-15241, São Carlos, SP, Brasil, 12-15 de Outubro de 2010.
- SAXENA, A., 2008, *Enterprise Contract Management.*, Florida, USA, J.Ross Publishing.
- SEFFRIN, V., MALANOVICZ, A. V., “Fatores Críticos de Sucesso no Gerenciamento de Processos de Negócio: Uma Revisão de Estudos de Caso na Literatura”. *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, TN-STO-091-622-13285, Salvador, BA, Brasil, 06-09 de Outubro de 2009.

SILVA, C. A. S., *et. al.*, “Nova Proposta para Sequenciamento de Produção com Lógica Fuzzy, usando a Margem de Contribuição do Produto como Fator Preponderante”. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, TN-STP-140-885-18174, Belo Horizonte, MG, Brasil, 04-07 de Outubro de 2011.

SILVA NETO, G., GANGA, G. M. D. “Proposta de um Modelo de Simulação baseado em Lógica Fuzzy para a Avaliação do Desempenho em Vendas de Parceiros de Negócios: Um Estudo de Caso em uma Empresa Provedora de Soluções Empresariais na Área de Tecnologia de Informação”. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, TN-STO-119-779-15955, São Carlos, SP, Brasil, 12-15 de outubro de 2010.

SLACK, *et al.*, 1997, *Administração da Produção*. 1 ed. São Paulo, Atlas.

SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE – SEI, 2010. Disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/index.cfm>>. Acesso em 10 abr. 2012.

TRIVAILO O. *et. al.*, 2012, *Progress in Aerospace Sciences* .no 53 pp. 1–17.

VERGARA, S. C., 1997, *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. São Paulo, Atlas.

VERGARA, S. C., 2005, *Métodos de Pesquisa em Administração*. São Paulo, Atlas.

YIN, R. K., 2001, *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 2 ed. Porto Alegre, Bookman.

APÊNDICES

Apêndice I – Instrumento de Pesquisa

O presente questionário faz parte das atividades de pesquisa desenvolvidas em nível de Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da COPPE-UFRJ. O trabalho tem como objetivos: avaliar a aplicação do modelo de maturidade estudado ao processo de estimativa de custo da Petrobrás e sua contribuição para garantia do alinhamento à estratégia organizacional.

Os resultados desta pesquisa, além de contribuírem para o delineamento do tema pesquisado, serão depois tratados e encaminhados para os respondentes. As informações levantadas pela pesquisa são de caráter estritamente confidencial, estando vedada a divulgação ou acesso aos dados por qualquer empresa, órgão público ou pessoa física não autorizada.

Solicito a gentileza de respondê-lo até **04/12/12**, com suas contribuições. Tenho ciência de que seu tempo é escasso, porém o questionário irá lhe tomar pouco tempo para responder (no máximo 10 minutos).

Caso haja dúvidas, favor entrar em contato.

Agradeço pela colaboração e atenção dispensada.

Rafael Espinoza (rafaespinoza@gmail.com)

Instruções: O questionário é composto por cinco fases do Processo de Estimativa de Custos: **Recebimento das Informações do Cliente**; **Elaboração da Estimativa de Custos**; **Documentação/Emissão da Estimativa de Custos**; **Validação da Estimativa de Custos**; e, **Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out)**. Cada fase possui 10 afirmações (totalizando 50), onde o respondente deverá julgar cada uma delas pelo seguinte critério: NUNCA (1), RARAMENTE (2), ÀS VEZES (3), FREQUENTEMENTE (4) E SEMPRE (5). O respondente deverá assinalar o número na coluna **Pontuação** (em amarelo) de acordo com seu julgamento.

Apêndice II – Modelo De Questionário (Completo) para Avaliação da Maturidade do Processo de Estimativa de Custos

Nome: E-mail: Função: Tempo na Atividade: Tempo outras Atividades:		Nunca	Raramente	Às vezes	Freqüentemente	Sempre	Pontuação (Respostas)
Área de processo 1: Recebimento das Informações do Cliente							
PA01.1	O processo de recebimento das informações é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	4	5	
PA01.2	O processo de recebimento das informações, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso deste processo é monitorada em todas as estimativas.	1	2	3	4	5	
PA01.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de recebimento das informações, tais como cadastrar recursos necessários no sistema, avaliar documentação técnica de projeto, etc. estão automatizadas.	1	2	3	4	5	
PA01.4	As diretrizes apropriadas para verificar o recebimento das informações estão padronizadas e são fornecidas para todos os estimadores de custos.	1	2	3	4	5	
PA01.5	O registro das revisões dos documentos, durante o recebimento das informações, é mantido para fins de auditoria.	1	2	3	4	5	
PA01.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguros, compras etc., durante as atividades de recebimento das informações.	1	2	3	4	5	
PA01.7	O processo de recebimento das informações é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	1	2	3	4	5	
PA01.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando a documentação para processamento da estimativa de custos está incompleta..	1	2	3	4	5	
PA01.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de recebimento das informações.	1	2	3	4	5	
PA01.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de recebimento das informações.	1	2	3	4	5	

		Nunca	Raramente	Às vezes	Freqüentemente	Sempre	Pontuação (Respostas)
Área de processo 2: Elaboração da Estimativa de Custos							
PA02.1	O processo de elaboração da estimativa de custos é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	4	5	
PA02.2	O processo de elaboração da estimativa de custos, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	1	2	3	4	5	
PA02.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de elaboração da estimativa de custos, tais como desenvolver premissas, selecionar os métodos de estimativa, aplicar modelo de custos, identificar e padronizar base de dados, etc. estão automatizadas.	1	2	3	4	5	
PA02.4	O processo de elaboração da estimativa de custos inclui reuniões periódicas com os Clientes, com as partes interessadas, etc.	1	2	3	4	5	
PA02.5	Documentos impressos e eletrônicos nas diferentes versões da documentação são mantidos em um repositório específico, com visibilidade e acesso adequado para o pessoal apropriado.	1	2	3	4	5	
PA02.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras etc., durante as atividades de elaboração da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	
PA02.7	O processo de elaboração da estimativa de custos é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	1	2	3	4	5	
PA02.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando a data para entrega da estimativa está se aproximando.	1	2	3	4	5	
PA02.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de elaboração da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	
PA02.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de elaboração da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	

		Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre	Pontuação (Respostas)
Área de Processo 3: Documentação/Emissão da Estimativa de Custos							
PA03.1	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	4	5	
PA03.2	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	1	2	3	4	5	
PA03.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de documentação/emissão da estimativa de custos, tais como análise de risco e simulação dos custos, documentação completa da estimativa de custos (inclusive de lições aprendidas), sumário detalhado dos principais custos (em formato de WBS), etc. estão automatizadas.	1	2	3	4	5	
PA03.4	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos inclui a apresentação breve dos resultados da estimativa para todas as partes interessadas.	1	2	3	4	5	
PA03.5	Cópias físicas ou eletrônicas das estimativas são mantidas em um repositório específico, que permite visibilidade e acesso ao pessoal apropriado.	1	2	3	4	5	
PA03.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras, etc., durante as atividades de documentação/emissão da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	
PA03.7	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	1	2	3	4	5	
PA03.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando a data para aprovação de um projeto ou assinatura de um contrato estão se aproximando ou modificaram.	1	2	3	4	5	
PA03.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de documentação/emissão da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	
PA03.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de documentação/emissão da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	

		Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre	Pontuação (Respostas)
Área de Processo 4: Validação da Estimativa de Custos							
PA04.1	O processo de validação da estimativa de custos é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	4	5	
PA04.2	O processo de validação da estimativa de custos, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	1	2	3	4	5	
PA04.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de validação da estimativa de custos, tais como atualização ou reavaliação da estimativa de custos estão automatizadas.	1	2	3	4	5	
PA04.4	Cópia das revisões e alterações nas estimativas são mantidas junto e vinculadas as respectivas estimativas originais, de modo que as alterações feitas sejam facilmente visíveis, acessadas e acompanhadas.	1	2	3	4	5	
PA04.5	Os procedimentos de atualização ou reavaliação da estimativa de custos estão estabelecidos no processo de validação.	1	2	3	4	5	
PA04.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras, etc., durante as atividades de validação da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	
PA04.7	O processo de validação da estimativa de custos é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	1	2	3	4	5	
PA04.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando mudanças são feitas no projeto original ou quando a estimativa é reavaliada/atualizada.	1	2	3	4	5	
PA04.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de validação da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	
PA04.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de validação da estimativa de custos.	1	2	3	4	5	

		Nunca	Raramente	Às vezes	Freqüentemente	Sempre	Pontuação (Respostas)
Área de Processo 5: Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out)							
PA05.1	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	4	5	
PA04.2	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	1	2	3	4	5	
PA05.3	Muitas das tarefas rotineiras e repetitivas envolvidas no processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto, tais como avaliação dos custos previstos (estimativa) X realizados, retorno da equipe do projeto para a unidade executora da estimativa de custos, retroalimentação do banco de dados de custos, etc. estão automatizadas.	1	2	3	4	5	
PA05.4	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa inclui a verificação dos custos do projeto e disposição apropriada de documentos para todas as partes interessadas.	1	2	3	4	5	
PA05.5	Um procedimento corporativo, entre as partes interessadas, está estabelecido para o processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	3	4	5	
PA05.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras, etc., durante as atividades de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	3	4	5	
PA05.7	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto é totalmente integrado com outros processos relacionados à unidade executora da estimativa de custos, planejamento tributário ou desempenho empresarial.	1	2	3	4	5	
PA05.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando há um grande deslocamento entre custo estimado e realizado.	1	2	3	4	5	
PA05.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	3	4	5	
PA05.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	3	4	5	

Apêndice III – Resultados das Avaliações dos Especialistas

Área de Processo 1: Recebimento das Informações do Cliente																							
Critérios	Descrição	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
PA01.1	O processo de recebimento das informações é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	3	3	3	4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3	5	3	3	3	4
PA01.2	O processo de recebimento das informações, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso deste processo é monitorada em todas as estimativas.	3	4	5	4	4	5	4	5	5	3	5	5	4	3	4	5	5	5	4	4	5	4
PA01.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de recebimento das informações, tais como cadastrar recursos necessários no sistema, avaliar documentação técnica de projeto, etc. estão automatizadas.	2	4	1	3	3	5	4	4	2	2	4	2	4	4	2	4	1	4	3	2	2	3
PA01.4	As diretrizes apropriadas para verificar o recebimento das informações estão padronizadas e são fornecidas para todos os estimadores de custos.	2	3	5	5	4	5	3	5	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	4	3	4	4
PA01.5	O registro das revisões dos documentos, durante o recebimento das informações, é mantido para fins de auditoria.	2	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	3	5	4	3	4	3	5	4	4	5	4
PA01.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguros, compras etc., durante as atividades de recebimento das informações.	2	2	3	2	4	5	5	4	3	3	4	3	4	4	2	4	5	4	1	4	2	4
PA01.7	O processo de recebimento das informações é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	2	2	3	2	3	5	3	3	3	3	3	3	4	2	3	3	2	4	3	4	4	1
PA01.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando a documentação para processamento da estimativa de custos está incompleta ou sofre modificações.	3	3	4	1	5	5	5	3	5	4	5	3	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5
PA01.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de recebimento das informações.	2	2	1	1	5	5	1	1	1	1	3	1	3	2	2	1	1	5	1	3	1	1
PA01.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de recebimento das informações.	2	1	3	2	3	5	2	2	3	2	3	2	3	2	2	1	1	4	1	2	3	2

Área de Processo 2: Elaboração da Estimativa de Custos																							
Critérios	Descrição	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
PA02.1	O processo de elaboração da estimativa de custos é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	2	3	3	4	4	5	4	5	4	3	5	3	4	4	3	5	3	5	3	4	4	3
PA02.2	O processo de elaboração da estimativa de custos, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	2	3	5	3	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	3	4	5	5	2	4	3	3
PA02.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de elaboração da estimativa de custos, tais como desenvolver premissas, selecionar os métodos de estimativa, aplicar modelo de custos, identificar e padronizar base de dados, etc. estão automatizadas.	2	4	1	3	4	5	3	3	3	2	3	3	4	5	3	1	5	4	3	3	3	4
PA02.4	O processo de elaboração da estimativa de custos inclui reuniões periódicas com os Clientes, com as partes interessadas, etc.	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
PA02.5	Documentos impressos e eletrônicos nas diferentes versões da documentação são mantidos em um repositório específico, com visibilidade e acesso adequado para o pessoal apropriado.	4	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	2
PA02.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras etc., durante as atividades de elaboração da estimativa de custos.	3	2	3	4	4	5	5	5	4	3	4	5	4	4	2	3	4	5	3	5	4	5
PA02.7	O processo de elaboração da estimativa de custos é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	5	3	3	4	3	5	4	4	3	2	4	4	4	4	2	4	5	4	3	4	4	1
PA02.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando a data para entrega da estimativa está se aproximando ou os prazos são alterados.	4	3	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4
PA02.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de elaboração da estimativa de custos.	4	3	5	5	3	5	5	5	5	1	5	5	5	3	3	5	3	5	1	3	5	4
PA02.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de elaboração da estimativa de custos.	2	2	3	2	3	5	4	2	2	2	3	4	3	3	2	2	2	5	1	3	3	4

Área de Processo 3: Documentação/Emissão da Estimativa de Custos																							
Critérios	Descrição	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
PA03.1	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	3	3	3	4	4	4	5	5	4	3	5	3	5	4	3	5	2	5	3	3	4	5
PA03.2	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	4	3	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	3	5	5	5	5	4	3	5
PA03.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de documentação/emissão da estimativa de custos, tais como análise de risco e simulação dos custos, documentação completa da estimativa de custos (inclusive de lições aprendidas), sumário detalhado dos principais custos (em formato de EAP), etc. estão automatizadas.	4	3	1	4	2	5	5	4	3	2	4	3	3	3	2	4	2	3	2	3	2	1
PA03.4	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos inclui a apresentação breve dos resultados da estimativa para todas as partes interessadas.	2	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	3	5	4	2	5	5	3	4	5	5	4
PA03.5	Cópias físicas ou eletrônicas das estimativas são mantidas em um repositório específico, que permite visibilidade e acesso ao pessoal apropriado.	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
PA03.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras, etc., durante as atividades de documentação/emissão da estimativa de custos.	3	2	3	1	3	5	5	2	1	3	3	5	4	4	2	1	1	5	1	5	1	2
PA03.7	O processo de documentação/emissão da estimativa de custos é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	2	3	3	2	3	5	3	2	3	2	1	3	5	4	2	1	3	5	2	3	4	1
PA03.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando a data para aprovação de um projeto ou assinatura de um contrato estão se aproximando ou sofreram alteração.	4	3	3	1	2	5	1	1	4	5	1	5	4	5	3	1	5	5	1	4	5	4
PA03.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de documentação/emissão da estimativa de custos.	1	2	5	4	4	5	5	5	5	1	5	5	4	3	3	5	1	5	1	3	5	3
PA03.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de documentação/emissão da estimativa de custos.	1	2	3	2	3	5	3	2	2	2	3	3	3	3	2	1	2	5	1	3	2	3

Área de Processo 4: Validação da Estimativa de Custos																							
Critérios	Descrição	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
PA04.1	O processo de validação da estimativa de custos é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	3	2	4	3	3	4	2	4	3	4	3	3	3	1	5	1	2	4	2
PA04.2	O processo de validação da estimativa de custos, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	3	2	5	2	3	5	1	1	4	2	3	5	4	3	3	1	1	5	2	2	3	3
PA04.3	Muitas das rotinas e tarefas repetitivas envolvidas no processo de validação da estimativa de custos, tais como atualização ou reavaliação da estimativa de custos estão automatizadas.	3	1	1	2	2	5	2	1	3	2	3	5	4	3	2	1	1	5	1	2	2	2
PA04.4	Cópias das revisões e alterações nas estimativas são mantidas juntas e vinculadas as respectivas estimativas originais, de modo que as alterações feitas sejam facilmente visíveis, acessadas e acompanhadas.	4	3	5	5	3	5	5	5	5	2	5	5	4	4	2	5	1	5	1	4	5	2
PA04.5	Os procedimentos de atualização ou reavaliação da estimativa de custos estão estabelecidos e documentados no processo de validação.	2	3	5	5	3	5	5	5	4	2	5	5	4	2	4	5	1	5	1	3	4	2
PA04.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras, etc., durante as atividades de validação da estimativa de custos.	3	1	3	2	3	5	4	4	3	2	1	1	4	3	2	1	5	5	1	5	4	3
PA04.7	O processo de validação da estimativa de custos é totalmente integrado com outros processos relacionados à estratégia de contratação, planejamento tributário, engenharia de projetos ou passagem de fase (EVTE).	3	3	3	1	2	5	2	2	3	2	1	1	4	3	2	1	5	5	1	4	4	2
PA04.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando mudanças são feitas no projeto original ou quando a estimativa é reavaliada/atualizada.	2	2	3	2	3	5	1	2	2	2	1	5	5	4	3	1	1	5	1	3	1	3
PA04.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de validação da estimativa de custos.	2	2	5	2	2	5	1	3	4	2	1	5	3	3	3	1	1	5	1	2	4	3
PA04.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de validação da estimativa de custos.	1	2	3	1	2	5	1	2	2	2	1	3	3	3	2	1	1	5	1	2	1	2

Área de Processo 5: Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out).																							
Critérios	Descrição	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	E22
PA05.1	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	2	1	3	1	3	4	1	1	4	1	1	3	4	1	2	1	2	3	1	1	4	2
PA05.2	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todas as estimativas.	4	1	2	1	4	5	1	1	3	1	1	3	4	1	2	1	5	3	1	2	3	2
PA05.3	Muitas das tarefas rotineiras e repetitivas envolvidas no processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto, tais como avaliação dos custos previstos (estimativa) X realizados, retorno da equipe do projeto para a unidade executora da estimativa de custos, retroalimentação do banco de dados de custos, etc. estão automatizadas	1	2	2	1	3	5	2	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	3	1	1	1	1
PA05.4	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa inclui a verificação dos custos do projeto e disposição apropriada de documentos para todas as partes interessadas.	1	2	2	1	2	5	2	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	3	1	2	1	3
PA05.5	Um procedimento corporativo, entre as partes interessadas, está estabelecido para o processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	3	1	1	1	2
PA05.6	A organização envolve representantes de outras funções, tais como, área de negócio, empreendimento, jurídico, tributário, seguro, compras, etc., durante as atividades de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	1	3	1	2	5	2	1	1	1	1	3	3	1	2	1	5	3	1	3	1	2
PA05.7	O processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto é totalmente integrado com outros processos relacionados à unidade executora da estimativa de custos, planejamento tributário ou desempenho empresarial.	1	2	3	1	2	5	2	1	3	1	1	1	3	1	2	1	1	3	1	1	5	1
PA05.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando há um grande deslocamento entre custo estimado e realizado.	1	2	1	1	2	5	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	2
PA05.9	A organização utiliza indicadores de desempenho na avaliação periódica do processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	1	1	3	5	1	1	2	1	1	1	3	1	3	1	1	3	1	1	2	1
PA05.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas, entre todas as partes interessadas, para melhorar continuamente o processo de acompanhamento e avaliação final da estimativa do projeto.	1	2	3	1	1	5	1	1	2	1	1	1	3	1	2	1	1	3	1	1	2	1

Apêndice IV – Resultados do Método de Agregação por Similaridade de Opiniões para cada Critério

Área de Processo 1: Recebimento das Informações do Cliente

Número Fuzzy PA01.02	a	m	b	Número Fuzzy PA01.03	a	m	b	Número Fuzzy PA01.04	a	m	b
E1	0,0492	0,0738	0,0984	E1	0,0434	0,0867	0,1301	E1	0,0153	0,0306	0,0460
E2	0,1646	0,2195	0,2744	E2	0,1792	0,2390	0,2987	E2	0,0776	0,1164	0,1552
E3	0,1879	0,2349	0,2349	E3	0,0000	0,0259	0,0518	E3	0,2000	0,2501	0,2501
E4	0,0973	0,1297	0,1621	E4	0,0514	0,0771	0,1028	E4	0,1445	0,1806	0,1806
E5	0,0973	0,1297	0,1621	E5	0,0514	0,0771	0,1028	E5	0,0924	0,1233	0,1541
E6	0,2402	0,3002	0,3002	E6	0,1007	0,1259	0,1259	E6	0,2556	0,3195	0,3195
E7	0,1197	0,1597	0,1996	E7	0,1304	0,1738	0,2173	E7	0,0564	0,0847	0,1129
E8	0,2610	0,3263	0,3263	E8	0,2037	0,2716	0,3395	E8	0,2778	0,3473	0,3473
E9	0,2506	0,3132	0,3132	E9	0,0612	0,1224	0,1836	E9	0,1707	0,2275	0,2844
E10	0,0608	0,0912	0,1216	E10	0,0536	0,1071	0,1607	E10	0,1493	0,1991	0,2489
E11	0,1775	0,2219	0,2219	E11	0,1385	0,1847	0,2308	E11	0,1889	0,2362	0,2362
E12	0,1775	0,2219	0,2219	E12	0,0434	0,0867	0,1301	E12	0,1889	0,2362	0,2362
E13	0,1646	0,2195	0,2744	E13	0,1792	0,2390	0,2987	E13	0,1564	0,2086	0,2607
E14	0,0868	0,1302	0,1736	E14	0,2444	0,3259	0,4073	E14	0,1058	0,1587	0,2117
E15	0,1871	0,2495	0,3118	E15	0,0638	0,1275	0,1913	E15	0,2778	0,3473	0,3473
E16	0,1410	0,1879	0,2349	E16	0,1466	0,1955	0,2444	E16	0,2000	0,2501	0,2501
E17	0,1331	0,1775	0,2219	E17	0,0000	0,0245	0,0489	E17	0,1889	0,2362	0,2362
E18	0,1879	0,2506	0,3132	E18	0,1955	0,2607	0,3259	E18	0,2667	0,3334	0,3334
E19	0,0674	0,0898	0,1123	E19	0,0356	0,0534	0,0712	E19	0,0640	0,0853	0,1067
E20	0,1197	0,1597	0,1996	E20	0,0408	0,0816	0,1224	E20	0,0564	0,0847	0,1129
E21	0,2088	0,2610	0,2610	E21	0,0510	0,1020	0,1530	E21	0,1422	0,1896	0,2370
E22	0,0973	0,1297	0,1621	E22	0,0514	0,0771	0,1028	E22	0,0924	0,1233	0,1541
	3,2775	4,2775	4,9016		2,0651	3,0651	4,0400		3,3685	4,3685	4,8212

Número Fuzzy PA01.05	a	m	b	Número Fuzzy PA01.06	a	m	b	Número Fuzzy PA01.07	a	m	b
E1	0,0148	0,0296	0,0444	E1	0,0371	0,0742	0,1112	E1	0,0350	0,0700	0,1050
E2	0,1621	0,2161	0,2701	E2	0,0480	0,0960	0,1440	E2	0,0453	0,0906	0,1359
E3	0,1955	0,2443	0,2443	E3	0,0718	0,1077	0,1437	E3	0,1080	0,1621	0,2161
E4	0,1412	0,1765	0,1765	E4	0,0284	0,0567	0,0851	E4	0,0268	0,0535	0,0803
E5	0,1412	0,1765	0,1765	E5	0,1140	0,1520	0,1900	E5	0,0780	0,1170	0,1561
E6	0,2498	0,3122	0,3122	E6	0,1625	0,2032	0,2032	E6	0,0889	0,1111	0,1111
E7	0,1179	0,1572	0,1965	E7	0,1131	0,1413	0,1413	E7	0,0960	0,1440	0,1921
E8	0,2715	0,3394	0,3394	E8	0,2193	0,2924	0,3654	E8	0,1500	0,2251	0,3001
E9	0,2606	0,3258	0,3258	E9	0,0958	0,1437	0,1915	E9	0,1440	0,2161	0,2881
E10	0,1547	0,2063	0,2578	E10	0,0838	0,1257	0,1676	E10	0,1260	0,1891	0,2521
E11	0,1846	0,2308	0,2308	E11	0,1491	0,1988	0,2485	E11	0,1020	0,1530	0,2041
E12	0,0512	0,0768	0,1024	E12	0,0678	0,1018	0,1357	E12	0,1020	0,1530	0,2041
E13	0,2389	0,2986	0,2986	E13	0,1930	0,2573	0,3216	E13	0,1223	0,1631	0,2038
E14	0,2210	0,2947	0,3683	E14	0,2631	0,3508	0,4385	E14	0,0618	0,1235	0,1853
E15	0,0753	0,1130	0,1506	E15	0,0545	0,1091	0,1636	E15	0,1500	0,2251	0,3001
E16	0,1326	0,1768	0,2210	E16	0,1579	0,2105	0,2631	E16	0,1080	0,1621	0,2161
E17	0,0512	0,0768	0,1024	E17	0,1201	0,1502	0,1502	E17	0,0350	0,0700	0,1050
E18	0,2606	0,3258	0,3258	E18	0,2105	0,2807	0,3508	E18	0,1334	0,1779	0,2224
E19	0,0663	0,0884	0,1105	E19	0,0000	0,0095	0,0190	E19	0,0540	0,0810	0,1080
E20	0,1179	0,1572	0,1965	E20	0,1403	0,1871	0,2339	E20	0,0889	0,1186	0,1482
E21	0,2172	0,2715	0,2715	E21	0,0436	0,0872	0,1309	E21	0,1112	0,1482	0,1853
E22	0,0958	0,1277	0,1596	E22	0,1140	0,1520	0,1900	E22	0,0000	0,0128	0,0256
	3,4218	4,4218	4,8816		2,4877	3,4877	4,3887		1,9670	2,9670	3,9448

Número Fuzzy PA01.08	a	m	b	Número Fuzzy PA01.09	a	m	b	Número Fuzzy PA01.10	a	m	b
E1	0,0602	0,0904	0,1205	E1	0,0319	0,0637	0,0956	E1	0,0500	0,0999	0,1499
E2	0,0780	0,1169	0,1559	E2	0,0412	0,0825	0,1237	E2	0,0000	0,0423	0,0846
E3	0,1362	0,1816	0,2270	E3	0,0000	0,0552	0,1105	E3	0,0823	0,1235	0,1646
E4	0,0000	0,0113	0,0226	E4	0,0000	0,0399	0,0798	E4	0,0382	0,0764	0,1146
E5	0,1378	0,1723	0,1723	E5	0,0792	0,0991	0,0991	E5	0,0594	0,0892	0,1189
E6	0,2439	0,3048	0,3048	E6	0,1402	0,1753	0,1753	E6	0,0860	0,1075	0,1075
E7	0,1696	0,2121	0,2121	E7	0,0000	0,0491	0,0982	E7	0,0470	0,0940	0,1410
E8	0,0886	0,1329	0,1772	E8	0,0000	0,0767	0,1534	E8	0,0735	0,1469	0,2204
E9	0,2545	0,3181	0,3181	E9	0,0000	0,0736	0,1473	E9	0,1097	0,1646	0,2195
E10	0,1589	0,2119	0,2649	E10	0,0000	0,0644	0,1289	E10	0,0617	0,1234	0,1851
E11	0,1803	0,2253	0,2253	E11	0,0525	0,0788	0,1050	E11	0,0777	0,1166	0,1555
E12	0,0602	0,0904	0,1205	E12	0,0000	0,0522	0,1043	E12	0,0500	0,0999	0,1499
E13	0,1665	0,2220	0,2775	E13	0,0680	0,1019	0,1359	E13	0,1006	0,1509	0,2012
E14	0,3181	0,3976	0,3976	E14	0,0562	0,1125	0,1687	E14	0,0882	0,1763	0,2645
E15	0,1892	0,2523	0,3153	E15	0,0469	0,0937	0,1406	E15	0,0735	0,1469	0,2204
E16	0,1909	0,2386	0,2386	E16	0,0000	0,0552	0,1105	E16	0,0000	0,0346	0,0692
E17	0,1287	0,1715	0,2144	E17	0,0000	0,0522	0,1043	E17	0,0000	0,0327	0,0654
E18	0,2545	0,3181	0,3181	E18	0,1463	0,1829	0,1829	E18	0,0717	0,0956	0,1196
E19	0,0681	0,0908	0,1135	E19	0,0000	0,0276	0,0552	E19	0,0000	0,0173	0,0346
E20	0,1211	0,1615	0,2018	E20	0,0494	0,0741	0,0988	E20	0,0470	0,0940	0,1410
E21	0,1514	0,2018	0,2523	E21	0,0000	0,0614	0,1227	E21	0,0914	0,1372	0,1829
E22	0,1378	0,1723	0,1723	E22	0,0000	0,0399	0,0798	E22	0,0382	0,0764	0,1146
	3,2945	4,2945	4,8226		0,7119	1,7119	2,6204		1,2461	2,2461	3,2246

Área de Processo 2: Elaboração da Estimativa de Custos

Número Fuzzy PA02.01	a	m	b	Número Fuzzy PA02.02	a	m	b	Número Fuzzy PA02.03	a	m	b
E1	0,0164	0,0328	0,0493	E1	0,0213	0,0426	0,0640	E1	0,0249	0,0498	0,0748
E2	0,1127	0,1691	0,2254	E2	0,0860	0,1290	0,1720	E2	0,1477	0,1969	0,2462
E3	0,0922	0,1383	0,1844	E3	0,2077	0,2596	0,2596	E3	0,0000	0,0252	0,0504
E4	0,1010	0,1347	0,1683	E4	0,0508	0,0762	0,1016	E4	0,0803	0,1205	0,1606
E5	0,1010	0,1347	0,1683	E5	0,1500	0,1875	0,1875	E5	0,0873	0,1164	0,1455
E6	0,1900	0,2375	0,2375	E6	0,2654	0,3317	0,3317	E6	0,1596	0,1995	0,1995
E7	0,1243	0,1657	0,2072	E7	0,1846	0,2307	0,2307	E7	0,0988	0,1483	0,1977
E8	0,2065	0,2582	0,2582	E8	0,2884	0,3605	0,3605	E8	0,1544	0,2317	0,3089
E9	0,1865	0,2486	0,3108	E9	0,1325	0,1766	0,2208	E9	0,1483	0,2224	0,2965
E10	0,1076	0,1614	0,2152	E10	0,1159	0,1546	0,1932	E10	0,0308	0,0616	0,0923
E11	0,1405	0,1756	0,1756	E11	0,1961	0,2452	0,2452	E11	0,1050	0,1575	0,2100
E12	0,0871	0,1306	0,1742	E12	0,1961	0,2452	0,2452	E12	0,1050	0,1575	0,2100
E13	0,1709	0,2279	0,2849	E13	0,2538	0,3173	0,3173	E13	0,1477	0,1969	0,2462
E14	0,2331	0,3108	0,3885	E14	0,3461	0,4326	0,4326	E14	0,2082	0,2602	0,2602
E15	0,1281	0,1921	0,2562	E15	0,0977	0,1466	0,1954	E15	0,1544	0,2317	0,3089
E16	0,1487	0,1859	0,1859	E16	0,0994	0,1325	0,1656	E16	0,0000	0,0252	0,0504
E17	0,0871	0,1306	0,1742	E17	0,1961	0,2452	0,2452	E17	0,1180	0,1475	0,1475
E18	0,1983	0,2479	0,2479	E18	0,2769	0,3461	0,3461	E18	0,1611	0,2148	0,2685
E19	0,0461	0,0692	0,0922	E19	0,0113	0,0226	0,0339	E19	0,0556	0,0834	0,1112
E20	0,1243	0,1657	0,2072	E20	0,0883	0,1178	0,1472	E20	0,0988	0,1483	0,1977
E21	0,1554	0,2072	0,2590	E21	0,0782	0,1172	0,1563	E21	0,1235	0,1853	0,2471
E22	0,0666	0,0999	0,1332	E22	0,0508	0,0762	0,1016	E22	0,0873	0,1164	0,1455
	2,8244	3,8244	4,6034		3,3934	4,3934	4,7531		2,2968	3,2968	4,1754

Número Fuzzy PA02.04	a	m	b	Número Fuzzy PA02.05	a	m	b	Número Fuzzy PA02.06	a	m	b
E1	0,1774	0,2218	0,2218	E1	0,0577	0,0770	0,0962	E1	0,0724	0,1086	0,1447
E2	0,2296	0,2870	0,2870	E2	0,2324	0,2905	0,2905	E2	0,0298	0,0595	0,0893
E3	0,1879	0,2349	0,2349	E3	0,1902	0,2377	0,2377	E3	0,0766	0,1149	0,1533
E4	0,0651	0,0868	0,1085	E4	0,0114	0,0228	0,0343	E4	0,1054	0,1405	0,1756
E5	0,0651	0,0868	0,1085	E5	0,1373	0,1717	0,1717	E5	0,1054	0,1405	0,1756
E6	0,2401	0,3001	0,3001	E6	0,2430	0,3037	0,3037	E6	0,2323	0,2903	0,2903
E7	0,1670	0,2088	0,2088	E7	0,1690	0,2113	0,2113	E7	0,1616	0,2020	0,2020
E8	0,2609	0,3262	0,3262	E8	0,2641	0,3301	0,3301	E8	0,2525	0,3156	0,3156
E9	0,2505	0,3131	0,3131	E9	0,2535	0,3169	0,3169	E9	0,1945	0,2593	0,3242
E10	0,1051	0,1402	0,1752	E10	0,2218	0,2773	0,2773	E10	0,0894	0,1341	0,1788
E11	0,1774	0,2218	0,2218	E11	0,1796	0,2245	0,2245	E11	0,1378	0,1837	0,2296
E12	0,0851	0,1135	0,1418	E12	0,1796	0,2245	0,2245	E12	0,1717	0,2146	0,2146
E13	0,2296	0,2870	0,2870	E13	0,2324	0,2905	0,2905	E13	0,1783	0,2377	0,2972
E14	0,3131	0,3914	0,3914	E14	0,3169	0,3961	0,3961	E14	0,2431	0,3242	0,4052
E15	0,1251	0,1669	0,2086	E15	0,0849	0,1132	0,1415	E15	0,0338	0,0676	0,1015
E16	0,1879	0,2349	0,2349	E16	0,1902	0,2377	0,2377	E16	0,0766	0,1149	0,1533
E17	0,1774	0,2218	0,2218	E17	0,1796	0,2245	0,2245	E17	0,1378	0,1837	0,2296
E18	0,2505	0,3131	0,3131	E18	0,2535	0,3169	0,3169	E18	0,2424	0,3030	0,3030
E19	0,0939	0,1174	0,1174	E19	0,0951	0,1188	0,1188	E19	0,0383	0,0575	0,0766
E20	0,1670	0,2088	0,2088	E20	0,1690	0,2113	0,2113	E20	0,1616	0,2020	0,2020
E21	0,2088	0,2609	0,2609	E21	0,2113	0,2641	0,2641	E21	0,1621	0,2161	0,2702
E22	0,0651	0,0868	0,1085	E22	0,0114	0,0228	0,0343	E22	0,1313	0,1641	0,1641
	3,8298	4,8298	5,0000		3,8840	4,8840	4,9543		3,0344	4,0344	4,6962

Número Fuzzy PA02.07	a	m	b	Número Fuzzy PA02.08	a	m	b	Número Fuzzy PA02.09	a	m	b
E1	0,1132	0,1415	0,1415	E1	0,1094	0,1458	0,1823	E1	0,0676	0,0901	0,1127
E2	0,0906	0,1359	0,1812	E2	0,0348	0,0522	0,0696	E2	0,0889	0,1333	0,1777
E3	0,0741	0,1112	0,1483	E3	0,1158	0,1544	0,1930	E3	0,2056	0,2571	0,2571
E4	0,1173	0,1563	0,1954	E4	0,1393	0,1741	0,1741	E4	0,1485	0,1857	0,1857
E5	0,0535	0,0803	0,1071	E5	0,0836	0,1115	0,1394	E5	0,0525	0,0788	0,1050
E6	0,1531	0,1914	0,1914	E6	0,2464	0,3080	0,3080	E6	0,2628	0,3285	0,3285
E7	0,1443	0,1924	0,2405	E7	0,1714	0,2142	0,2142	E7	0,1828	0,2285	0,2285
E8	0,2255	0,3007	0,3758	E8	0,2678	0,3347	0,3347	E8	0,2856	0,3570	0,3570
E9	0,0989	0,1483	0,1977	E9	0,1544	0,2059	0,2573	E9	0,2742	0,3427	0,3427
E10	0,0276	0,0552	0,0828	E10	0,2250	0,2812	0,2812	E10	0,0000	0,0244	0,0488
E11	0,1533	0,2045	0,2556	E11	0,1821	0,2276	0,2276	E11	0,1942	0,2428	0,2428
E12	0,1533	0,2045	0,2556	E12	0,1821	0,2276	0,2276	E12	0,1942	0,2428	0,2428
E13	0,1984	0,2646	0,3307	E13	0,2357	0,2946	0,2946	E13	0,2513	0,3142	0,3142
E14	0,2706	0,3608	0,4510	E14	0,1930	0,2573	0,3217	E14	0,1212	0,1818	0,2424
E15	0,0328	0,0657	0,0985	E15	0,1608	0,2144	0,2680	E15	0,1010	0,1515	0,2020
E16	0,1624	0,2165	0,2706	E16	0,1928	0,2410	0,2410	E16	0,2056	0,2571	0,2571
E17	0,1132	0,1415	0,1415	E17	0,1821	0,2276	0,2276	E17	0,0687	0,1030	0,1373
E18	0,2165	0,2886	0,3608	E18	0,2571	0,3214	0,3214	E18	0,2742	0,3427	0,3427
E19	0,0371	0,0556	0,0741	E19	0,0964	0,1205	0,1205	E19	0,0000	0,0105	0,0209
E20	0,1443	0,1924	0,2405	E20	0,1029	0,1372	0,1715	E20	0,0646	0,0970	0,1293
E21	0,1804	0,2405	0,3007	E21	0,2142	0,2678	0,2678	E21	0,2285	0,2856	0,2856
E22	0,0000	0,0121	0,0243	E22	0,0836	0,1115	0,1394	E22	0,0517	0,0689	0,0862
	2,7605	3,7605	4,6657		3,6307	4,6307	4,9826		3,3239	4,3239	4,6470

Número Fuzzy PA02.10	a	m	b
E1	0,0477	0,0955	0,1432
E2	0,0618	0,1236	0,1854
E3	0,0898	0,1347	0,1796
E4	0,0365	0,0730	0,1095
E5	0,0649	0,0973	0,1297
E6	0,1242	0,1552	0,1552
E7	0,0799	0,1065	0,1331
E8	0,0702	0,1404	0,2106
E9	0,0674	0,1348	0,2022
E10	0,0590	0,1180	0,1769
E11	0,0848	0,1272	0,1696
E12	0,0849	0,1131	0,1414
E13	0,1098	0,1646	0,2195
E14	0,1497	0,2245	0,2994
E15	0,0702	0,1404	0,2106
E16	0,0506	0,1011	0,1517
E17	0,0477	0,0955	0,1432
E18	0,1296	0,1619	0,1619
E19	0,0000	0,0096	0,0192
E20	0,0798	0,1197	0,1597
E21	0,0998	0,1497	0,1996
E22	0,0649	0,0865	0,1082
	1,6730	2,6730	3,6096

Área de Processo 3: Documentação/Emissão da Estimativa de Custos

Número Fuzzy PA03.01	a	m	b	Número Fuzzy PA03.02	a	m	b	Número Fuzzy PA03.03	a	m	b
E1	0,0876	0,1314	0,1752	E1	0,1117	0,1489	0,1861	E1	0,1179	0,1572	0,1965
E2	0,1134	0,1700	0,2267	E2	0,0622	0,0933	0,1244	E2	0,1196	0,1795	0,2393
E3	0,0928	0,1391	0,1855	E3	0,2012	0,2515	0,2515	E3	0,0000	0,0273	0,0545
E4	0,0894	0,1192	0,1490	E4	0,0854	0,1139	0,1423	E4	0,0902	0,1202	0,1503
E5	0,0894	0,1192	0,1490	E5	0,0854	0,1139	0,1423	E5	0,0328	0,0656	0,0984
E6	0,1581	0,2108	0,2636	E6	0,2571	0,3213	0,3213	E6	0,1380	0,1726	0,1726
E7	0,1555	0,1944	0,1944	E7	0,1788	0,2235	0,2235	E7	0,0960	0,1200	0,1200
E8	0,2429	0,3037	0,3037	E8	0,2794	0,3493	0,3493	E8	0,1734	0,2312	0,2890
E9	0,1650	0,2200	0,2750	E9	0,1576	0,2102	0,2627	E9	0,1305	0,1958	0,2610
E10	0,1082	0,1623	0,2164	E10	0,1379	0,1839	0,2299	E10	0,0530	0,1060	0,1590
E11	0,1652	0,2065	0,2065	E11	0,1900	0,2375	0,2375	E11	0,1179	0,1572	0,1965
E12	0,0876	0,1314	0,1752	E12	0,1900	0,2375	0,2375	E12	0,0925	0,1387	0,1849
E13	0,2138	0,2672	0,2672	E13	0,2459	0,3073	0,3073	E13	0,1196	0,1795	0,2393
E14	0,2063	0,2750	0,3438	E14	0,1971	0,2627	0,3284	E14	0,1632	0,2447	0,3263
E15	0,1288	0,1932	0,2576	E15	0,0707	0,1060	0,1414	E15	0,0631	0,1262	0,1893
E16	0,1749	0,2186	0,2186	E16	0,2012	0,2515	0,2515	E16	0,1248	0,1665	0,2081
E17	0,0166	0,0331	0,0497	E17	0,1900	0,2375	0,2375	E17	0,0429	0,0858	0,1287
E18	0,2332	0,2915	0,2915	E18	0,2682	0,3353	0,3353	E18	0,1305	0,1958	0,2610
E19	0,0464	0,0696	0,0928	E19	0,1006	0,1257	0,1257	E19	0,0227	0,0454	0,0681
E20	0,0824	0,1237	0,1649	E20	0,1051	0,1401	0,1752	E20	0,0870	0,1305	0,1740
E21	0,1375	0,1833	0,2292	E21	0,0565	0,0848	0,1131	E21	0,0505	0,1009	0,1514
E22	0,1263	0,1579	0,1579	E22	0,1453	0,1816	0,1816	E22	0,0000	0,0197	0,0394
	2,9213	3,9213	4,5933		3,5172	4,5172	4,9053		1,9663	2,9663	3,9077

Número Fuzzy PA03.04	a	m	b	Número Fuzzy PA03.05	a	m	b	Número Fuzzy PA03.06	a	m	b
E1	0,0210	0,0421	0,0631	E1	0,0768	0,1024	0,1280	E1	0,0838	0,1257	0,1677
E2	0,1483	0,1977	0,2471	E2	0,0994	0,1325	0,1656	E2	0,0499	0,0999	0,1498
E3	0,2094	0,2617	0,2617	E3	0,1886	0,2358	0,2358	E3	0,0888	0,1331	0,1775
E4	0,1512	0,1890	0,1890	E4	0,1362	0,1703	0,1703	E4	0,0000	0,0351	0,0703
E5	0,0876	0,1168	0,1460	E5	0,0587	0,0783	0,0979	E5	0,0641	0,0962	0,1282
E6	0,2675	0,3344	0,3344	E6	0,2410	0,3013	0,3013	E6	0,2259	0,2824	0,2824
E7	0,1861	0,2326	0,2326	E7	0,1677	0,2096	0,2096	E7	0,1571	0,1964	0,1964
E8	0,2908	0,3635	0,3635	E8	0,2620	0,3275	0,3275	E8	0,0567	0,1135	0,1702
E9	0,1705	0,2273	0,2842	E9	0,2515	0,3144	0,3144	E9	0,0000	0,0649	0,1298
E10	0,1415	0,1887	0,2359	E10	0,2201	0,2751	0,2751	E10	0,1036	0,1553	0,2071
E11	0,1977	0,2472	0,2472	E11	0,1781	0,2227	0,2227	E11	0,0838	0,1257	0,1677
E12	0,0435	0,0653	0,0870	E12	0,1781	0,2227	0,2227	E12	0,1670	0,2087	0,2087
E13	0,2559	0,3199	0,3199	E13	0,2305	0,2882	0,2882	E13	0,1094	0,1459	0,1824
E14	0,2022	0,2696	0,3370	E14	0,3144	0,3930	0,3930	E14	0,1492	0,1990	0,2487
E15	0,0309	0,0618	0,0928	E15	0,1129	0,1505	0,1882	E15	0,0567	0,1135	0,1702
E16	0,2094	0,2617	0,2617	E16	0,1886	0,2358	0,2358	E16	0,0000	0,0487	0,0973
E17	0,1977	0,2472	0,2472	E17	0,1781	0,2227	0,2227	E17	0,0000	0,0460	0,0919
E18	0,0614	0,0921	0,1228	E18	0,2515	0,3144	0,3144	E18	0,2357	0,2946	0,2946
E19	0,0607	0,0809	0,1011	E19	0,0943	0,1179	0,1179	E19	0,0000	0,0243	0,0487
E20	0,1861	0,2326	0,2326	E20	0,1677	0,2096	0,2096	E20	0,1571	0,1964	0,1964
E21	0,2326	0,2908	0,2908	E21	0,2096	0,2620	0,2620	E21	0,0000	0,0541	0,1082
E22	0,0876	0,1168	0,1460	E22	0,0587	0,0783	0,0979	E22	0,0295	0,0590	0,0885
	3,4398	4,4398	4,8436		3,8645	4,8645	5,0000		1,8185	2,8185	3,5828

Número Fuzzy PA03.07	a	m	b	Número Fuzzy PA03.08	a	m	b	Número Fuzzy PA03.09	a	m	b
E1	0,0441	0,0881	0,1322	E1	0,1189	0,1586	0,1982	E1	0,0000	0,0327	0,0654
E2	0,1300	0,1949	0,2599	E2	0,0785	0,1177	0,1569	E2	0,0235	0,0469	0,0704
E3	0,1063	0,1595	0,2127	E3	0,0642	0,0963	0,1284	E3	0,2192	0,2740	0,2740
E4	0,0337	0,0674	0,1011	E4	0,0000	0,0322	0,0645	E4	0,0696	0,0929	0,1161
E5	0,0768	0,1152	0,1536	E5	0,0150	0,0299	0,0449	E5	0,0696	0,0929	0,1161
E6	0,1669	0,2086	0,2086	E6	0,2491	0,3114	0,3114	E6	0,2801	0,3501	0,3501
E7	0,0945	0,1418	0,1890	E7	0,0000	0,0397	0,0794	E7	0,1948	0,2436	0,2436
E8	0,0648	0,1296	0,1943	E8	0,0000	0,0620	0,1240	E8	0,3044	0,3806	0,3806
E9	0,1418	0,2127	0,2835	E9	0,1679	0,2239	0,2798	E9	0,2923	0,3653	0,3653
E10	0,0544	0,1088	0,1632	E10	0,2274	0,2843	0,2843	E10	0,0000	0,0404	0,0808
E11	0,0000	0,0316	0,0633	E11	0,0000	0,0422	0,0843	E11	0,2070	0,2588	0,2588
E12	0,1004	0,1506	0,2008	E12	0,1841	0,2301	0,2301	E12	0,2070	0,2588	0,2588
E13	0,1597	0,1996	0,1996	E13	0,1539	0,2052	0,2565	E13	0,1179	0,1571	0,1964
E14	0,1406	0,1874	0,2343	E14	0,3249	0,4061	0,4061	E14	0,1078	0,1617	0,2157
E15	0,0648	0,1296	0,1943	E15	0,0892	0,1337	0,1783	E15	0,0899	0,1348	0,1797
E16	0,0000	0,0335	0,0670	E16	0,0000	0,0446	0,0893	E16	0,2192	0,2740	0,2740
E17	0,1004	0,1506	0,2008	E17	0,1841	0,2301	0,2301	E17	0,0000	0,0327	0,0654
E18	0,1742	0,2177	0,2177	E18	0,2599	0,3249	0,3249	E18	0,2923	0,3653	0,3653
E19	0,0233	0,0466	0,0700	E19	0,0000	0,0223	0,0446	E19	0,0000	0,0173	0,0346
E20	0,0945	0,1418	0,1890	E20	0,1119	0,1493	0,1866	E20	0,0575	0,0863	0,1150
E21	0,0937	0,1250	0,1562	E21	0,2166	0,2708	0,2708	E21	0,2436	0,3044	0,3044
E22	0,0000	0,0242	0,0484	E22	0,0910	0,1213	0,1516	E22	0,0503	0,0754	0,1005
	1,8648	2,8648	3,7396		2,5366	3,5366	4,1251		3,0460	4,0460	4,4310

Número Fuzzy PA03.10	a	m	b
E1	0,0000	0,0277	0,0554
E2	0,0567	0,1134	0,1701
E3	0,0975	0,1462	0,1949
E4	0,0335	0,0670	0,1005
E5	0,0704	0,1056	0,1408
E6	0,1162	0,1453	0,1453
E7	0,0866	0,1300	0,1733
E8	0,0644	0,1288	0,1933
E9	0,0618	0,1237	0,1855
E10	0,0541	0,1082	0,1623
E11	0,0921	0,1381	0,1841
E12	0,0921	0,1381	0,1841
E13	0,1191	0,1787	0,2383
E14	0,1625	0,2437	0,3249
E15	0,0644	0,1288	0,1933
E16	0,0000	0,0293	0,0586
E17	0,0438	0,0876	0,1314
E18	0,1213	0,1516	0,1516
E19	0,0000	0,0147	0,0293
E20	0,0866	0,1300	0,1733
E21	0,0515	0,1031	0,1546
E22	0,0704	0,1056	0,1408
	1,5452	2,5452	3,4858

Área de Processo 4: Validação da Estimativa de Custos

Número Fuzzy PA04.01	a	m	b	Número Fuzzy PA04.02	a	m	b	Número Fuzzy PA04.03	a	m	b
E1	0,0000	0,0303	0,0606	E1	0,0968	0,1453	0,1937	E1	0,0715	0,1073	0,1430
E2	0,0503	0,1007	0,1510	E2	0,0540	0,1080	0,1620	E2	0,0000	0,0543	0,1085
E3	0,1027	0,1540	0,2053	E3	0,1553	0,1941	0,1941	E3	0,0000	0,0444	0,0888
E4	0,0741	0,1112	0,1483	E4	0,0319	0,0638	0,0957	E4	0,0386	0,0771	0,1157
E5	0,0298	0,0595	0,0893	E5	0,0741	0,1111	0,1481	E5	0,0386	0,0771	0,1157
E6	0,1567	0,2089	0,2612	E6	0,1984	0,2480	0,2480	E6	0,1650	0,2062	0,2062
E7	0,0913	0,1369	0,1825	E7	0,0000	0,0348	0,0697	E7	0,0475	0,0949	0,1424
E8	0,1426	0,2139	0,2852	E8	0,0000	0,0544	0,1089	E8	0,0000	0,0617	0,1233
E9	0,1635	0,2180	0,2725	E9	0,1164	0,1552	0,1941	E9	0,1010	0,1515	0,2019
E10	0,0481	0,0961	0,1442	E10	0,0515	0,1031	0,1546	E10	0,0623	0,1246	0,1869
E11	0,1158	0,1544	0,1930	E11	0,0968	0,1453	0,1937	E11	0,0715	0,1073	0,1430
E12	0,0970	0,1454	0,1939	E12	0,1467	0,1833	0,1833	E12	0,1219	0,1524	0,1524
E13	0,1499	0,1999	0,2498	E13	0,1067	0,1423	0,1779	E13	0,0744	0,0992	0,1240
E14	0,1711	0,2567	0,3422	E14	0,1709	0,2563	0,3418	E14	0,1262	0,1893	0,2524
E15	0,1426	0,2139	0,2852	E15	0,1424	0,2136	0,2848	E15	0,0742	0,1483	0,2225
E16	0,1027	0,1540	0,2053	E16	0,0000	0,0392	0,0784	E16	0,0000	0,0444	0,0888
E17	0,0000	0,0303	0,0606	E17	0,0000	0,0370	0,0740	E17	0,0000	0,0419	0,0839
E18	0,1047	0,1309	0,1309	E18	0,2070	0,2588	0,2588	E18	0,1721	0,2152	0,2152
E19	0,0000	0,0160	0,0321	E19	0,0221	0,0442	0,0663	E19	0,0000	0,0222	0,0444
E20	0,0366	0,0732	0,1098	E20	0,0393	0,0785	0,1178	E20	0,0475	0,0949	0,1424
E21	0,1363	0,1817	0,2271	E21	0,1139	0,1709	0,2278	E21	0,0593	0,1187	0,1780
E22	0,0298	0,0595	0,0893	E22	0,0741	0,1111	0,1481	E22	0,0386	0,0771	0,1157
	1,9454	2,9454	3,9192		1,8983	2,8983	3,7215		1,3101	2,3101	3,1954

Número Fuzzy PA04.04	a	m	b	Número Fuzzy PA04.05	a	m	b	Número Fuzzy PA04.06	a	m	b
E1	0,1017	0,1356	0,1695	E1	0,0345	0,0690	0,1035	E1	0,0882	0,1324	0,1765
E2	0,0607	0,0910	0,1213	E2	0,0781	0,1171	0,1561	E2	0,0000	0,0552	0,1105
E3	0,2162	0,2702	0,2702	E3	0,2173	0,2717	0,2717	E3	0,0934	0,1402	0,1869
E4	0,1561	0,1952	0,1952	E4	0,1570	0,1962	0,1962	E4	0,0263	0,0526	0,0789
E5	0,0359	0,0538	0,0717	E5	0,0461	0,0692	0,0922	E5	0,0675	0,1012	0,1350
E6	0,2762	0,3453	0,3453	E6	0,2777	0,3471	0,3471	E6	0,2083	0,2603	0,2603
E7	0,1922	0,2402	0,2402	E7	0,1932	0,2415	0,2415	E7	0,1102	0,1470	0,1837
E8	0,3002	0,3753	0,3753	E8	0,3019	0,3773	0,3773	E8	0,1723	0,2297	0,2871
E9	0,2882	0,3603	0,3603	E9	0,1510	0,2013	0,2517	E9	0,1246	0,1869	0,2492
E10	0,0349	0,0699	0,1048	E10	0,0426	0,0852	0,1279	E10	0,0425	0,0850	0,1274
E11	0,2042	0,2552	0,2552	E11	0,2053	0,2566	0,2566	E11	0,0000	0,0427	0,0854
E12	0,2042	0,2552	0,2552	E12	0,2053	0,2566	0,2566	E12	0,0000	0,0427	0,0854
E13	0,1316	0,1755	0,2193	E13	0,1384	0,1845	0,2307	E13	0,1516	0,2021	0,2526
E14	0,1795	0,2393	0,2991	E14	0,0609	0,1218	0,1827	E14	0,1557	0,2336	0,3115
E15	0,0416	0,0832	0,1248	E15	0,1573	0,2097	0,2621	E15	0,0506	0,1011	0,1517
E16	0,2162	0,2702	0,2702	E16	0,2173	0,2717	0,2717	E16	0,0000	0,0452	0,0904
E17	0,0000	0,0233	0,0466	E17	0,0000	0,0249	0,0498	E17	0,1539	0,1924	0,1924
E18	0,2882	0,3603	0,3603	E18	0,2898	0,3622	0,3622	E18	0,2173	0,2716	0,2716
E19	0,0000	0,0123	0,0247	E19	0,0000	0,0132	0,0264	E19	0,0000	0,0226	0,0452
E20	0,0957	0,1276	0,1595	E20	0,0568	0,0851	0,1135	E20	0,1449	0,1811	0,1811
E21	0,2517	0,3147	0,3147	E21	0,1258	0,1678	0,2097	E21	0,1378	0,1837	0,2297
E22	0,0216	0,0433	0,0649	E22	0,0264	0,0528	0,0792	E22	0,0715	0,1073	0,1430
	3,2968	4,2968	4,6484		2,9826	3,9826	4,4664		2,0166	3,0166	3,8355

Número Fuzzy PA04.07	a	m	b	Número Fuzzy PA04.08	a	m	b	Número Fuzzy PA04.09	a	m	b
E1	0,0838	0,1257	0,1677	E1	0,0454	0,0908	0,1361	E1	0,0461	0,0923	0,1384
E2	0,1085	0,1627	0,2170	E2	0,0587	0,1174	0,1762	E2	0,0597	0,1194	0,1791
E3	0,0888	0,1331	0,1775	E3	0,0867	0,1301	0,1734	E3	0,1571	0,1964	0,1964
E4	0,0000	0,0322	0,0645	E4	0,0347	0,0694	0,1041	E4	0,0353	0,0706	0,1058
E5	0,0353	0,0707	0,1060	E5	0,0313	0,0626	0,0939	E5	0,0353	0,0706	0,1058
E6	0,1760	0,2200	0,2200	E6	0,1964	0,2455	0,2455	E6	0,2008	0,2510	0,2510
E7	0,0435	0,0870	0,1305	E7	0,0000	0,0413	0,0826	E7	0,0000	0,0396	0,0791
E8	0,0680	0,1359	0,2039	E8	0,0000	0,0667	0,1335	E8	0,1227	0,1841	0,2455
E9	0,1183	0,1775	0,2367	E9	0,0641	0,1281	0,1922	E9	0,1170	0,1560	0,1950
E10	0,0571	0,1142	0,1713	E10	0,0561	0,1121	0,1682	E10	0,0570	0,1140	0,1710
E11	0,0000	0,0421	0,0843	E11	0,0000	0,0439	0,0877	E11	0,0000	0,0420	0,0841
E12	0,0000	0,0421	0,0843	E12	0,1452	0,1814	0,1814	E12	0,1484	0,1855	0,1855
E13	0,1289	0,1718	0,2148	E13	0,1878	0,2348	0,2348	E13	0,1080	0,1620	0,2160
E14	0,1479	0,2219	0,2959	E14	0,1074	0,1432	0,1790	E14	0,1473	0,2209	0,2946
E15	0,0680	0,1359	0,2039	E15	0,1204	0,1806	0,2408	E15	0,1227	0,1841	0,2455
E16	0,0000	0,0446	0,0892	E16	0,0000	0,0464	0,0929	E16	0,0000	0,0445	0,0890
E17	0,1301	0,1626	0,1626	E17	0,0000	0,0439	0,0877	E17	0,0000	0,0420	0,0841
E18	0,1836	0,2295	0,2295	E18	0,2049	0,2561	0,2561	E18	0,2095	0,2619	0,2619
E19	0,0000	0,0223	0,0446	E19	0,0000	0,0232	0,0464	E19	0,0000	0,0223	0,0445
E20	0,0937	0,1250	0,1562	E20	0,0771	0,1156	0,1541	E20	0,0434	0,0868	0,1303
E21	0,1172	0,1562	0,1953	E21	0,0000	0,0516	0,1032	E21	0,0975	0,1300	0,1625
E22	0,0353	0,0707	0,1060	E22	0,0626	0,0939	0,1252	E22	0,0638	0,0957	0,1277
	1,6840	2,6840	3,5616		1,4787	2,4787	3,2951		1,7717	2,7717	3,5928

Número Fuzzy PA04.10	a	m	b
E1	0,0000	0,0458	0,0916
E2	0,0595	0,1191	0,1786
E3	0,0686	0,1029	0,1371
E4	0,0000	0,0350	0,0700
E5	0,0352	0,0704	0,1055
E6	0,1215	0,1518	0,1518
E7	0,0000	0,0431	0,0862
E8	0,0676	0,1353	0,2029
E9	0,0649	0,1299	0,1948
E10	0,0568	0,1137	0,1705
E11	0,0000	0,0458	0,0916
E12	0,0648	0,0971	0,1295
E13	0,0838	0,1257	0,1676
E14	0,1143	0,1714	0,2286
E15	0,0676	0,1353	0,2029
E16	0,0000	0,0485	0,0969
E17	0,0000	0,0458	0,0916
E18	0,1267	0,1584	0,1584
E19	0,0000	0,0242	0,0485
E20	0,0433	0,0866	0,1299
E21	0,0000	0,0539	0,1077
E22	0,0352	0,0704	0,1055
1,0099	2,0099	2,9478	

Área de Processo 5: Acompanhamento e Avaliação Final da Estimativa do Projeto (Close-Out).

Número Fuzzy PA05.01	a	m	b	Número Fuzzy PA05.02	a	m	b	Número Fuzzy PA05.03	a	m	b
E1	0,0335	0,0669	0,1004	E1	0,0909	0,1211	0,1514	E1	0,0000	0,0505	0,1010
E2	0,0000	0,0652	0,1304	E2	0,0000	0,0667	0,1334	E2	0,0332	0,0664	0,0996
E3	0,0683	0,1025	0,1366	E3	0,0393	0,0786	0,1179	E3	0,0272	0,0543	0,0815
E4	0,0000	0,0385	0,0771	E4	0,0000	0,0394	0,0788	E4	0,0000	0,0386	0,0772
E5	0,0493	0,0740	0,0987	E5	0,0695	0,0926	0,1158	E5	0,0414	0,0621	0,0828
E6	0,1297	0,1729	0,2161	E6	0,1342	0,1678	0,1678	E6	0,0727	0,0909	0,0909
E7	0,0000	0,0474	0,0949	E7	0,0000	0,0485	0,0970	E7	0,0241	0,0483	0,0724
E8	0,0000	0,0741	0,1482	E8	0,0000	0,0758	0,1516	E8	0,0000	0,0743	0,1485
E9	0,1353	0,1804	0,2255	E9	0,0979	0,1468	0,1958	E9	0,0000	0,0713	0,1426
E10	0,0000	0,0623	0,1245	E10	0,0000	0,0637	0,1274	E10	0,0000	0,0624	0,1248
E11	0,0000	0,0504	0,1008	E11	0,0000	0,0515	0,1031	E11	0,0000	0,0505	0,1010
E12	0,0645	0,0968	0,1290	E12	0,0693	0,1040	0,1387	E12	0,0000	0,0505	0,1010
E13	0,1240	0,1654	0,2067	E13	0,1176	0,1568	0,1960	E13	0,0701	0,1052	0,1402
E14	0,0000	0,0889	0,1779	E14	0,0000	0,0910	0,1819	E14	0,0000	0,0891	0,1782
E15	0,0492	0,0984	0,1477	E15	0,0000	0,0546	0,1092	E15	0,0797	0,1195	0,1593
E16	0,0000	0,0534	0,1067	E16	0,0000	0,0546	0,1092	E16	0,0000	0,0535	0,1069
E17	0,0335	0,0669	0,1004	E17	0,0992	0,1240	0,1240	E17	0,0000	0,0505	0,1010
E18	0,0911	0,1366	0,1822	E18	0,0979	0,1468	0,1958	E18	0,0765	0,1147	0,1530
E19	0,0000	0,0267	0,0534	E19	0,0000	0,0273	0,0546	E19	0,0000	0,0267	0,0535
E20	0,0000	0,0474	0,0949	E20	0,0349	0,0699	0,1048	E20	0,0000	0,0475	0,0951
E21	0,1127	0,1503	0,1879	E21	0,0816	0,1224	0,1631	E21	0,0000	0,0594	0,1188
E22	0,0256	0,0512	0,0768	E22	0,0284	0,0568	0,0851	E22	0,0000	0,0386	0,0772
0,9167	1,9167	2,9167		0,9606	1,9606	2,9022		0,4249	1,4249	2,4067	

Número Fuzzy PA05.04	a	m	b	Número Fuzzy PA05.05	a	m	b	Número Fuzzy PA05.06	a	m	b
E1	0,0000	0,0504	0,1009	E1	0,0000	0,0497	0,0995	E1	0,0000	0,0498	0,0997
E2	0,0476	0,0953	0,1429	E2	0,0308	0,0615	0,0923	E2	0,0000	0,0645	0,1290
E3	0,0390	0,0780	0,1169	E3	0,0000	0,0527	0,1053	E3	0,0712	0,1068	0,1424
E4	0,0000	0,0386	0,0771	E4	0,0000	0,0380	0,0761	E4	0,0000	0,0381	0,0762
E5	0,0282	0,0563	0,0845	E5	0,0000	0,0380	0,0761	E5	0,0243	0,0486	0,0729
E6	0,0796	0,0995	0,0995	E6	0,0670	0,0838	0,0838	E6	0,1142	0,1427	0,1427
E7	0,0346	0,0693	0,1039	E7	0,0000	0,0468	0,0936	E7	0,0299	0,0598	0,0898
E8	0,0000	0,0742	0,1484	E8	0,0000	0,0731	0,1463	E8	0,0000	0,0733	0,1466
E9	0,0000	0,0712	0,1424	E9	0,0000	0,0702	0,1404	E9	0,0000	0,0704	0,1407
E10	0,0000	0,0623	0,1246	E10	0,0000	0,0614	0,1229	E10	0,0000	0,0616	0,1231
E11	0,0000	0,0504	0,1009	E11	0,0000	0,0497	0,0995	E11	0,0000	0,0498	0,0997
E12	0,0000	0,0504	0,1009	E12	0,0000	0,0497	0,0995	E12	0,0673	0,1009	0,1345
E13	0,0582	0,0776	0,0970	E13	0,0460	0,0690	0,0921	E13	0,0870	0,1306	0,1741
E14	0,0000	0,0890	0,1780	E14	0,0000	0,0878	0,1755	E14	0,0000	0,0879	0,1759
E15	0,0541	0,1083	0,1624	E15	0,0349	0,0699	0,1048	E15	0,0468	0,0935	0,1403
E16	0,0000	0,0534	0,1068	E16	0,0000	0,0527	0,1053	E16	0,0000	0,0528	0,1055
E17	0,0000	0,0504	0,1009	E17	0,0000	0,0497	0,0995	E17	0,0844	0,1055	0,1055
E18	0,0597	0,0895	0,1194	E18	0,0502	0,0753	0,1004	E18	0,0949	0,1424	0,1899
E19	0,0000	0,0267	0,0534	E19	0,0000	0,0263	0,0527	E19	0,0000	0,0264	0,0528
E20	0,0346	0,0693	0,1039	E20	0,0000	0,0468	0,0936	E20	0,0633	0,0949	0,1266
E21	0,0000	0,0593	0,1187	E21	0,0000	0,0585	0,1170	E21	0,0000	0,0586	0,1173
E22	0,0323	0,0485	0,0647	E22	0,0182	0,0363	0,0545	E22	0,0243	0,0486	0,0729
	0,4680	1,4680	2,4481		0,2471	1,2471	2,2304		0,7076	1,7076	2,6580

Número Fuzzy PA05.07	a	m	b	Número Fuzzy PA05.08	a	m	b	Número Fuzzy PA05.09	a	m	b
E1	0,0000	0,0548	0,1096	E1	0,0000	0,0488	0,0977	E1	0,0000	0,0516	0,1032
E2	0,0269	0,0538	0,0807	E2	0,0302	0,0604	0,0906	E2	0,0329	0,0659	0,0988
E3	0,0672	0,1008	0,1345	E3	0,0000	0,0517	0,1034	E3	0,0000	0,0547	0,1093
E4	0,0000	0,0419	0,0838	E4	0,0000	0,0373	0,0747	E4	0,0000	0,0395	0,0789
E5	0,0159	0,0318	0,0477	E5	0,0178	0,0357	0,0535	E5	0,0393	0,0590	0,0787
E6	0,1203	0,1503	0,1503	E6	0,0658	0,0823	0,0823	E6	0,0743	0,0929	0,0929
E7	0,0196	0,0391	0,0587	E7	0,0000	0,0460	0,0919	E7	0,0000	0,0486	0,0972
E8	0,0000	0,0806	0,1612	E8	0,0000	0,0718	0,1436	E8	0,0000	0,0759	0,1518
E9	0,0896	0,1345	0,1793	E9	0,0000	0,0689	0,1379	E9	0,0359	0,0719	0,1078
E10	0,0000	0,0677	0,1354	E10	0,0000	0,0603	0,1207	E10	0,0000	0,0638	0,1275
E11	0,0000	0,0548	0,1096	E11	0,0000	0,0488	0,0977	E11	0,0000	0,0516	0,1032
E12	0,0000	0,0548	0,1096	E12	0,0000	0,0488	0,0977	E12	0,0000	0,0516	0,1032
E13	0,0822	0,1232	0,1643	E13	0,0452	0,0678	0,0904	E13	0,0666	0,0999	0,1331
E14	0,0000	0,0967	0,1934	E14	0,0000	0,0862	0,1724	E14	0,0000	0,0911	0,1822
E15	0,0306	0,0611	0,0917	E15	0,0000	0,0718	0,1436	E15	0,0756	0,1135	0,1513
E16	0,0000	0,0580	0,1160	E16	0,0000	0,0517	0,1034	E16	0,0000	0,0547	0,1093
E17	0,0000	0,0548	0,1096	E17	0,0000	0,0488	0,0977	E17	0,0000	0,0516	0,1032
E18	0,0896	0,1345	0,1793	E18	0,0493	0,0740	0,0986	E18	0,0782	0,1172	0,1563
E19	0,0000	0,0290	0,0580	E19	0,0000	0,0259	0,0517	E19	0,0000	0,0273	0,0547
E20	0,0000	0,0516	0,1031	E20	0,0000	0,0460	0,0919	E20	0,0000	0,0486	0,0972
E21	0,1046	0,1307	0,1307	E21	0,0000	0,0575	0,1149	E21	0,0327	0,0655	0,0982
E22	0,0000	0,0419	0,0838	E22	0,0178	0,0357	0,0535	E22	0,0000	0,0395	0,0789
	0,6464	1,6464	2,5902		0,2262	1,2262	2,2098		0,4357	1,4357	2,4171

Número Fuzzy PA05.10	a	m	b
E1	0,0000	0,0529	0,1058
E2	0,0337	0,0673	0,1010
E3	0,0504	0,0756	0,1008
E4	0,0000	0,0404	0,0809
E5	0,0000	0,0404	0,0809
E6	0,0736	0,0920	0,0920
E7	0,0000	0,0498	0,0995
E8	0,0000	0,0778	0,1555
E9	0,0367	0,0735	0,1102
E10	0,0000	0,0653	0,1306
E11	0,0000	0,0529	0,1058
E12	0,0000	0,0529	0,1058
E13	0,0616	0,0924	0,1232
E14	0,0000	0,0933	0,1866
E15	0,0383	0,0765	0,1148
E16	0,0000	0,0560	0,1120
E17	0,0000	0,0529	0,1058
E18	0,0672	0,1008	0,1344
E19	0,0000	0,0280	0,0560
E20	0,0000	0,0498	0,0995
E21	0,0306	0,0612	0,0918
E22	0,0000	0,0404	0,0809
	0,3920	1,3920	2,3736

ANEXOS

Anexo I – Modelo de Questionário para Avaliação da Maturidade do Processo da Gestão de Contratos

		Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre	Pontuação (Respostas)	Peso (somatório = 1)	Pontuação ponderada
Área de Processo 1: Criação do contrato - (Elaborar Requisição)									
PA01.1	O processo de criação do contrato é definido, documentado, padronizado, estabelecido e compreendido por toda a empresa.	1	2	3	4	5			
PA01.2	O processo de criação de contratos de aquisição, independentemente da criticidade, da confidencialidade ou do valor associado é obrigatório na organização e a verificação do uso do processo é monitorada em todos os contratos.	1	2	3	4	5			
PA01.3	A maioria das tarefas envolvidas no processo de criação de contrato, tais como extração de informações de documentos, usando os modelos de contratos e de cláusulas de uma biblioteca de documentos para dar início à elaboração de um contrato etc, é automatizada.	1	2	3	4	5			
PA01.4	Uma biblioteca de modelos padrões de cláusulas e de contratos é desenvolvida e as diretrizes apropriadas de uso são fornecidas para os elaboradores de contratos.	1	2	3	4	5			
PA01.5	O registro da revisão dos documentos, durante o ciclo de criação de todos os contratos, é mantido para fins de auditoria.	1	2	3	4	5			
PA01.6	A organização envolve representantes de outras funções de negócios, tais como jurídico, seguro, gestão de riscos, fiscais etc, durante as atividades de criação de contrato.	1	2	3	4	5			
PA01.7	O processo de criação de contrato é totalmente integrado com outros processos relacionados à contratação, tais como suprimentos estratégicos, SRM (Gestão de relacionamentos com a cadeia de suprimentos) etc.	1	2	3	4	5			
PA01.8	Mensagens automáticas e notificações de eventos são usadas para alertar as principais partes interessadas quando mudanças são feitas em cláusulas padrões, se cláusulas padrão são substituídas ou omitidas em determinadas versões de contrato etc.	1	2	3	4	5			
PA01.9	A organização utiliza medidas de eficiência e eficácia na avaliação periódica do processo de criação de contratos.	1	2	3	4	5			
PA01.10	As lições aprendidas são compartilhadas e adotadas para melhorar continuamente o processo de criação de contratos.	1	2	3	4	5			