



Pós-Graduação em Ciência da Computação

**“FROISPI – FRAMEWORK RETORNO DE
INVESTIMENTO EM MELHORIA DE PROCESSO
DE SOFTWARE”**

Por

PAULINO WAGNER PALHETA VIANA

Dissertação de Mestrado Profissional



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

RECIFE, MARÇO/2009



Universidade Federal de Pernambuco

CENTRO DE INFORMÁTICA

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Paulino Wagner Palheta Viana

***“FROISPI – Framework Retorno de Investimento em
Melhoria de Processo de Software”***

Este trabalho foi apresentado à Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre Profissional em Ciência da Computação.

ORIENTADOR: Prof. Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos

RECIFE, MARÇO/2009

Viana, Paulino Wagner Palheta.
“FROISPI – Framework return on investment of
software process improvement” / Paulino Wagner
Palheta Viana - Recife : O autor, 2009.
xiv, 145 folhas : il., fig., tab.

Dissertação (mestrado profissional) -
Universidade Federal de Pernambuco. CIN. Ciência
da Computação, 2009.

Inclui bibliografia, apêndice e anexo.

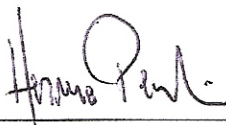
1. Engenharia de software. I. Título.

005.1

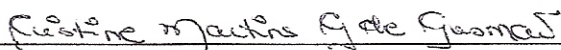
CDD (22.ed.)

MEI-2009-099

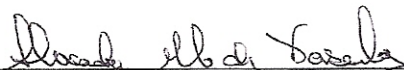
Dissertação de Mestrado Profissional apresentada por **Paulino Wagner Palheta Viana** Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título, "**FROISPI – Framework Retorno de Investimento em Melhoria de Processo de Software**", orientada pelo **Prof. Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos** e aprovada pela Banca Examinadora formada pelos professores:



Prof. Hermano Perrelli de Moura
Centro de Informática / UFPE

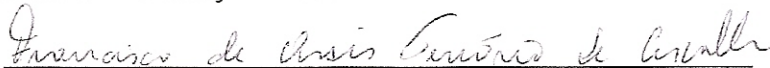


Prof. Cristine Martins Gomes de Gusmão
Departamento de Sistemas Computacionais / UPE



Prof. Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos
Centro de Informática / UFPE

Visto e permitida a impressão.
Recife, 12 de março de 2008.



Prof. FRANCISCO DE ASSIS TENÓRIO DE CARVALHO
Coordenador da Pós-Graduação em Ciência da Computação do
Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

EM TEMPO : Na penúltima linha onde se lê Recife, 12 de março de 2008, leia-se 12 de março de 2009



*“Confia no Senhor de todo o teu coração, e não te estribes no teu próprio entendimento.
Reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele endireitará as tuas veredas.
Não sejas sábio a teus próprios olhos; teme ao Senhor e aparta-te do mal.”*
Provérbios 3:5-7

Dedico esse trabalho às minhas amadas: Mãe que sempre esteve presente me apoiando em todos os meus desafios; Esposa e companheira que me apóia desde o início mesmo sentindo uma enorme saudade; e minhas duas filhas que sempre demonstraram amor, carinho e saudades de mim.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por ter sido abençoado na seleção do Mestrado, e por ter tocado no coração dos meus Diretores para consentirem minha liberação para estudar fora do Amazonas;

Agradeço em especial ao Diretor Niomar Pimenta, Diretor Antonio Maués, Coordenador Gilbert Martins e a Diretora-Presidente Isa Assef;

Agradeço a Deus, por ter me protegido e ter colocado pessoas do bem durante minha estada em Recife;

Agradeço a Deus, por mesmo ter recebido bênçãos e graças do Senhor, ter tido a oportunidade de ajudar outras pessoas que cruzaram meu caminho;

Agradeço o Amor incondicional da minha família, cito minha mãe Bia Palheta, minha esposa Milka Palheta, e minhas filhas Carla Beatriz e Kátia Rozannah.

Agradeço a primeira pessoa que me apoiou quando cheguei a Recife, amiga, conselheira, professora, Ana Cristina Rouiller que me hospedou no escritório da SWQuality por 10 dias até eu alugar um apartamento;

Agradeço ao meu Orientador Professor Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos, por ter tido paciência, compreensão e me orientado nesse desafio;

Agradeço em especial uma pessoa amiga que sempre me apoiou nas minhas tentativas de ingressar no mestrado, Tayana Conte;

Agradeço o companheirismo, a colaboração, compreensão e cumplicidade dos meus Amigos do Grupo *NEGA MALUCA*, cito os senhores Carlos César, Manoel Amorim, Otoni Pereira e Yves Nogueira;

Agradeço aos meus Amigos Mineiros, cito Breno, Geovane, Heron, Renata e Weslei, gente muito boa da conta sô;

Agradeço aos meus Amigos do Mestrado Acadêmico, no qual cursei duas disciplinas, cito em especial Adriana, Ana Cristina, Aliny, Cleyton, Danusa, Edwilson, Mario, Paulo e Wilnara.

Resumo

As empresas de software brasileiras buscam conquistar cada vez mais o mercado nacional e internacional, os quais estão mais competitivos. A estratégia viável é investir no aumento da qualidade e produtividade. O foco desse trabalho é investigar fatores relevantes para mensurar o *Return on Investment* (ROI) em Melhoria de Processo de Software (MPS). Com o objetivo de propor um framework constituído por fases baseado nos conceitos da *ROI Methodology*, utilizando indicadores utilizados por David Rico em *ROI of SPI* e uma seleção de medições utilizadas para MPS. As fases são: *Identificação do problema*; *Diagnóstico detalhado*; *Estimativa de ROI*; *Implementação e Encerramento*. Para cada fase, baseados no paradigma *GQM – Goal-Question-Metric* foram definidos indicadores de medição para monitorar o FROISPI. As quatro primeiras fases seguem o conceito clássico do PDCA, que para cada solução sugerida de melhoria, analisa seus resultados e se os mesmos forem considerados plenamente satisfatórios, seguirá para a fase de Encerramento, caso contrário o processo cíclico continua até a necessidade de melhoria ser satisfeita. Na fase de Encerramento serão apresentados à alta direção os resultados alcançados com a utilização do FROISPI. O experimento foi executado em três organizações de maturidade bem distintas, mas somente uma organização conseguiu concluir com êxito.

Palavras chave: *Return on Investment* (ROI), Melhoria de Processo de Software, Medição

Abstract

The Brazilian companies of Software increasingly seek to attract domestic and international markets, which are more competitive. The viable strategy is to invest in increasing quality and productivity. The focus of this work is to investigate relevant factors to measuring the Return on Investment (ROI) in the Process Improvement Software (MPS). The major work's objective is to propose a framework consisting of phases based on the concepts of ROI Methodology, using indicators used by David Rich in ROI of SPI and a selection of measurements used to MPS. The stages are: Identification of the problem, detailed diagnosis; Estimated ROI; Implementation and Closing. For each phase, based on the GQM paradigm - Goal-Question-Metric measurement indicators were defined to monitor the progress of the framework. The first four phases follow the classic concept of the PDCA, which for each suggested solution to improve, analyze results and check if they are considered fully satisfactory, then move on to the stage of closure, or the cyclical process continues until the improve needs is satisfied. At the final phase the results achieved with the FROISPI will be presented to senior management. The experiment was performed on three separate organizations whose have different maturities, at the final the result was only the two organizations from the three, completed successfully the Framework's use.

Keywords: Return on Investment (ROI), Software Process Improvement, Measurement

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA.....	2
1.2 MOTIVAÇÃO.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 ESCOPO DA DISSERTAÇÃO.....	4
1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	5
1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	5
2. MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE.....	7
2.1 PROCESSO DE SOFTWARE.....	8
2.1.1 ARCABOUÇO DE PROCESSO.....	8
2.1.2 AVALIAÇÃO DE PROCESSO.....	11
2.2 METODOLOGIAS PARA MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE.....	17
2.2.1 PDCA – PLAN-DO-CHECK-ACTION.....	17
2.2.2 QIP – QUALITY IMPROVEMENT PARADIGM.....	20
2.2.3 IDEAL – INITIATING, DIAGNOSING, ESTABLISHING, ACTING, LEVERAGING....	25
2.2.4 DMAIC – DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL.....	27
2.3 MEDIÇÃO DE PROCESSO DE SOFTWARE.....	31
2.3.1 GOAL-QUESTION-METRIC.....	34
2.3.2 PSM E ISO/IEC 15.939.....	38
2.4 MODELOS DE QUALIDADE.....	46
2.4.1 CMMI - CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION.....	46
2.4.2 MPS.BR - MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE BRASILEIRO.....	52
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
3. ROI-RETURN ON INVESTMENT	59
3.1 CONTEXTUALIZANDO O ROI.....	60
3.1.1 CONCEITOS DE INDICADORES ECONÔMICOS.....	60
A. FLUXO DE CAIXA.....	61
B. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL).....	63
C. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	64
D. PAY-BACK.....	65

E. BENEFÍCIO CUSTO.....	65
F. ROI (RETURN ON INVESTMENT).....	66
3.1.2 METODOLOGIA ROI.....	69
3.2 ROI EM MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE	79
3.2.1 ROI OF SPI DE DAVID RICO	79
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
4. PROPOSTA DO FROISPI.....	83
4.1 INTRODUÇÃO.....	84
4.2 FASES DO FROISPI.....	85
4.2.1 FASE 1: IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	86
4.2.2 FASE 2: DIAGNÓSTICO DETALHADO.....	88
4.2.3 FASE 3: ESTIMATIVA DO ROI.....	91
4.2.4 FASE 4: IMPLEMENTAÇÃO	94
4.2.5 FASE 5: ENCERRAMENTO.....	97
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
5. APLICAÇÃO DA PROPOSTA.....	100
5.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.....	101
5.2 PESQUISA EXPERIMENTAL.....	102
5.2.1 EMPRESA A.....	102
5.2.2 EMPRESA B.....	104
5.2.3 EMPRESA C.....	106
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
6. CONCLUSÕES.....	110
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
6.2 ASPECTOS RELEVANTES DE ROI EM MPS.....	112
6.3 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO.....	113
6.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	114
6.5 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
APÊNDICE A – ARTEFATO DA FASE 1.....	126
Q1-QUESTIONÁRIO.....	127
APÊNDICE B – ARTEFATOS DA FASE 2.....	129
Q2-QUESTIONÁRIO.....	130
PS-PROPOSTA DE SOLUÇÃO.....	132

APÊNDICE C – ARTEFATO DA FASE 3.....	133
Q3-QUESTIONÁRIO.....	134
APÊNDICE D – ARTEFATOS DA FASE 4.....	135
PP-PLANO DE PROJETO.....	136
RT-RELATÓRIO TÉCNICO.....	137
APÊNDICE E – ARTEFATOS DA FASE 5.....	140
RR-RELATÓRIO DO ROI.....	141
ANEXO A – MÉTRICAS COLETADAS.....	142

Lista de Figuras

Figura 2.1.	Arcabouço de Processo de Software [Pressman, 2006].....	9
Figura 2.2.	Relacionamento entre Processo de Software, métodos de avaliação e melhoria.....	11
Figura 2.3.	Processo de melhoria na ISO/IEC 15504 [ISO/IEC, 2003].....	15
Figura 2.4.	Ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Check, Act</i>) [Campos, 1999].....	18
Figura 2.5.	O ciclo <i>Quality Improvement Paradigm</i> [Basili, 1994].....	21
Figura 2.6.	Modelo <i>Perfect Improvement Approach</i> [Fraunhofer, 1998].....	23
Figura 2.7.	Fases e atividades do Modelo IDEAL.....	25
Figura 2.8.	Modelo DMAIC adaptado por [Pande, 2001][Werkema, 2001].....	28
Figura 2.9.	Relação PDCA e DMAIC Fonte: adaptado a partir de [Campos, 1999], [Werkema, 2002] e [Aguilar, 2002].....	30
Figura 2.10.	Estrutura hierárquica de 3 Níveis do Paradigma GQM [Basili <i>et al.</i> , 1994].....	35
Figura 2.11.	Fases do GQM [Solingen, 1999].....	37
Figura 2.12.	Construção de uma medição pelo PSM.....	40
Figura 2.13.	Modelo de processo de medição do PSM [McGarry, 2001][Borges, 2003].....	41
Figura 2.14.	Modelo de Informação da ISO/IEC 15939.....	45
Figura 2.15.	Histórico dos modelos CMMs. [CMU/SEI, 2006].....	48
Figura 2.16.	Representação em Estágios.....	49
Figura 2.17.	Representação Contínua.....	49
Figura 2.18.	Componentes de um Modelo CMMI [CMU/SEI, 2006].....	50
Figura 2.19.	Estrutura do MPS.BR. [Softex, 2007].....	54
Figura 2.20.	Estrutura do Modelo de Referência MR-MPS.....	54
Figura 3.1.	Representação de Fluxo de caixa. Fonte: [Neves, 2005].....	61
Figura 3.2.	Fluxo de caixa e o valor do dinheiro no tempo. [Neves, 2005].....	62
Figura 3.3.	Elementos da Metodologia ROI de <i>Jack Phillips</i>	72
Figura 3.4.	Metodologia ROI de <i>Jack Phillips</i>	74
Figura 3.5.	ROI dos vários métodos de MPS mostram o retorno sobre investimento diminuindo da esquerda para a direita.....	79

Figura 3.6.	ROI de Metodologias Ágeis versus Metodologias tradicionais. Fonte: [Rico, 2006].....	82
Figura 4.1.	<i>FROISPI - Framework Return on Investment of Software Process Improvement</i>	85
Figura 4.2.	Diagrama da Fase 1: “ <i>Identificação do Problema</i> ”	88
Figura 4.3.	Diagrama da Fase 2: “ <i>Diagnóstico detalhado</i> ”	90
Figura 4.4.	Diagrama da Fase 3: “ <i>Estimativa do ROI</i> ”	93
Figura 4.5.	Diagrama da Fase 4: “ <i>Implementação</i> ”	96
Figura 4.6.	Diagrama da Fase 5: “ <i>Encerramento</i> ”	98
Figura 5.1.	Nível de maturidade das empresas.....	144
Figura 5.2.	Porcentagem de comprometimento dos gerentes de software.....	144
Figura 5.3.	Porcentagem do resultado do FROISPI nas empresas.....	145

Lista de Tabelas

Tabela 2.1.	Arcabouço de Processo Genérico.....	10
Tabela 2.2.	Atividades guarda-chuvas da engenharia de software.....	10
Tabela 2.3.	ISO IEC 15504-5 2006 [Salviano, 2006].....	13
Tabela 2.4.	Fases do modelo <i>Quality Improvement Paradigm</i>	21
Tabela 2.5.	Fases do Modelo <i>Perfect Improvement Approach</i>	23
Tabela 2.6.	Subfases do <i>Perform Improvement Plan</i>	24
Tabela 2.7.	Fases do Modelo IDEAL.....	26
Tabela 2.8.	Quatro tipos de Escala [Pfleeger, 1997] [Mills, 1988].....	31
Tabela 2.9.	Utilização de medidas [Humphrey, 1989].....	32
Tabela 2.10.	Classificação de Medidas.....	33
Tabela 2.11.	Detalhamento da estrutura hierárquica de 3 níveis do Paradigma GQM...	35
Tabela 2.12.	Princípios do Paradigma GQM [Basili <i>et al.</i> , 1994], [Rombach, 1991]....	36
Tabela 2.13.	Estrutura do PSM.....	39
Tabela 2.14.	Três níveis de medidas.....	39
Tabela 2.15.	Atividade do modelo de processo.....	40
Tabela 2.16.	Áreas cobertas pelas medidas do PSM.....	42
Tabela 2.17.	Exemplos de utilização da Norma.....	43
Tabela 2.18.	Resultados esperados da implementação do processo de medição.....	44
Tabela 2.19.	Níveis de capacidade.....	50
Tabela 2.20.	Níveis de Maturidade do CMMI versão 1.2 [CMU/SEI, 2006].....	52
Tabela 2.21.	Atributos de Processos com Resultados de Atributos de Processo.....	55
Tabela 2.22.	Níveis de Maturidade do MPS.BR.....	58
Tabela 3.1	Equações de cálculo para o valor do dinheiro no tempo.....	62
Tabela 3.2	Equação do valor presente líquido.....	63
Tabela 3.3	Equação da Taxa Interna de Retorno.....	64
Tabela 3.4	Equação do Benefício Custo.....	66
Tabela 3.5	Equação do ROI.....	67
Tabela 3.6	Tabela de variáveis de cálculo de ROI.....	68
Tabela 3.7	Metodologia de <i>Donald Kirkpatrick</i>	69
Tabela 3.8.	Metodologia de <i>Hamblin</i>	70
Tabela 3.7.	Fases da Metodologia ROI.....	74

Tabela 3.18.	Métricas de ROI.....	80
Tabela 3.19.	Modelos de Custos de vários métodos de MPS.....	81
Tabela 4.1.	Fatores de Sucesso da Fase 1 – Questão 1.....	86
Tabela 4.2.	Fatores de Sucesso da Fase 1 – Questão 2.....	87
Tabela 4.3.	Atividade da Fase 1.....	88
Tabela 4.4.	Fatores de Sucesso da Fase 2 – Questão 1.....	89
Tabela 4.5.	Atividades da Fase 2.....	91
Tabela 4.6	Fatores de Sucesso da Fase 3 – Questão 1.....	92
Tabela 4.7.	Atividade da Fase 3.....	93
Tabela 4.8.	Fator de Sucesso da Fase 4 – Questão 1.....	95
Tabela 4.9.	Fatores de Sucesso da Fase 4 – Questão 2.....	95
Tabela 4.10.	Fator de Sucesso da Fase 4 – Questão 3.....	95
Tabela 4.11.	Atividade da Fase 4.....	96
Tabela 4.12.	Fator de Sucesso da Fase 5 – Questão 1.....	97
Tabela 4.13.	Atividade da Fase 5.....	98
Tabela 5.1.	Métricas coletadas do FROISPI.....	143

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo são apresentados os principais aspectos que contextualizam o problema relacionado ao Retorno de Investimento em Melhoria de Processo de Software. Em seguida, é apresentada a motivação para realizar este trabalho e os principais objetivos. As seções seguintes descrevem o escopo da dissertação, a metodologia de pesquisa e por último a estrutura desse documento.

1.1 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

As empresas de software brasileiras buscam conquistar cada vez mais o mercado nacional e internacional. O mercado de software está cada vez mais competitivo com a ascensão das empresas da Índia e da China. A estratégia viável é investir no aumento da qualidade do produto e em um processo mais produtivo. A eficiência de processos de software é uma exigência desse mercado competitivo. No entanto, um bom processo não garante um bom produto, uma boa prática é a monitoração e o controle do ciclo de vida de um processo.

Para uma boa monitoração e controle, é necessário ter objetivos simples e alcançáveis, marcos de projetos bem definidos e uma seleção de indicadores de qualidade, obtidos através de medições. O grande desafio para empresas de software brasileiras é definir quais medições devem ser utilizadas, caso contrário, poderão demonstrar resultados indesejáveis, dessa forma é importante não apenas saber claramente qual deve ser a medição, mais também qual a periodicidade e a forma de coleta dos dados, e o principal, o que fazer com os resultados dessas medições. Um processo de software com muitas medições pode gerar um custo muito alto em coletas e no próprio tratamento desses dados e ainda assim não atingir seus objetivos, pois um grande esforço em medições eleva os custos para as organizações. Sabe-se que, para fazer melhorias em processo de software, se faz necessário obter o conhecimento de como esse processo se comporta. Uma vez identificado o comportamento de tal processo de software, e o mesmo sendo insatisfatório, pode-se propor uma Melhoria de Processo de Software (MPS).

Sabe-se que um gerenciamento adequado de projetos de MPS é vital para a concretização das estratégias organizacionais. Entretanto como saber se uma iniciativa de MPS foi bem-sucedida e de que forma impactou ou impacta no negócio da organização? Por outro lado, as organizações sempre vão esperar bons resultados de seus investimentos, e como garantir esse Retorno sobre o Investimento (*Return on Investment* - *ROI*)? O sucesso de uma MPS não pode ser mensurado apenas por estar dentro do orçamento, dentro do prazo e pelos produtos entregues de acordo com as especificações do modelo de qualidade utilizado. Deve-se considerar também o impacto no sucesso do negócio.

As organizações precisam de um processo estruturado e sistematizado que permita e viabilize a avaliação do processo de gerenciamento de projetos de MPS e seus respectivos resultados, não apenas que esteja funcionando como uma ferramenta de mensuração, mas principalmente como ferramenta de melhoria contínua.

Os métodos tradicionais de avaliação econômica do retorno de investimento não são tão eficientes quanto se desejaria visto que não contemplam uma das principais características da área de Tecnologia de Informação (TI) que são os benefícios intangíveis. Tais benefícios intangíveis e não-monetários têm extremo valor para as organizações.

1.2 MOTIVAÇÃO

Uma iniciativa bastante relevante foi submetida ao SPIN-SP e ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade de Software – PBQP-SW em 2004, com resultados de uma pesquisa realizada pelo Prof. Mauro Spinola, que mesmo naquela época já demonstrava uma preocupação com a eficácia e os possíveis benefícios que a melhoria de processo traz para as empresas brasileiras [Spinola, 2004].

A Metodologia ROI de *Jack Phillips* [Phillips, 2007] apresenta grandes resultados na sua aplicabilidade, é flexível e adaptativa e pode ser aplicada em diversos cenários. Em seu mais recente livro, *Phillips* apresenta resultados de sua metodologia aplicada a projetos de TI.

O livro *ROI of SPI* de *David Rico*, apresenta medições do valor dos benefícios aos custos; dos benefícios retornados sobre os custos; dos lucros conseguidos após despesas; do valor de um investimento; de benefícios atuais; de economias de custo e de eficiências obtidas [Rico, 2004]. Há uma variedade de modelos de MPS para processos de suporte, programas de treinamento, gerenciamento e seleção de fornecedor. Os exemplos incluem Inspeções, *PSPsm*, *TSPsm*, *SW-CMM[®]*, *ISO 9001*, e *CMMI[®]*.

Em uma pesquisa preliminar realizada no Projeto “*Programa de Melhoria em Engenharia de Requisitos*”, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, coordenado pela Professora Carina Alves da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, junto a algumas empresas do Porto

sm Personal Software Process, PSP, Team Software Process, TSP, CMMI são marcas da Carnegie Mellon University.

Digital, onde os representantes dessas organizações identificaram os seguintes aspectos de expectativas de ROI: aumento da produtividade; satisfação dos clientes; redução de *bugs* e o aumento da qualidade do processo e do produto [Alves, 2007].

O que direcionou este estudo foi à inexistência de um método formal de estimativa de ROI, por este motivo este trabalho propõe a definição de uma metodologia para identificar os aspectos que podem influenciar em projetos de MPS. Os aspectos identificados serão transformados em fatores em um trabalho futuro como continuação da metodologia.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é propor um *framework* para identificar os aspectos que podem influenciar em projetos de MPS, baseado nos conceitos de *ROI Methodology* [Phillips, 2007], IDEAL [McFeeley, 1996] e DMAIC [Tayntor, 2005], utilizando indicadores utilizados por *David Rico* em *ROI of SPI* [Rico, 2004] e uma seleção de medições utilizadas em Processo de Software [Florac e Carleton, 1999].

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Objetivo 1: Pesquisar o estado da arte no que se refere a Retorno sobre o Investimento em Melhoria de Processo de Software.
- Objetivo 2: Definir o *Framework Return on Investment of Software Process Improvement - FROISPI*.
- Objetivo 3: Aplicar o *FROISPI* como Estudo de Caso em três empresas sendo uma empresa do Amazonas, uma empresa da Paraíba e uma de Pernambuco.
- Objetivo 4: Avaliar e comparar os resultados coletados no Estudo de Caso e propor os fatores que podem influenciar o ROI em MPS.

1.4 ESCOPO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação limita-se a descrição das características do referencial teórico identificado para o tema em questão, descreve as iniciativas em ROI de MPS dos cenários internacionais e nacionais, descreve em detalhes o *FROISPI* em todas suas fases e artefatos. Um foco em especial é dado ao Estudo de Caso realizado nas empresas, aos problemas encontrados e as soluções propostas para MPS. Finalmente, o *FROISPI* não irá

apresentar o ROI em MPS, mas irá enfatizar os aspectos relevantes para ROI em MPS encontrados no Estudo de Caso que servirão para trabalhos futuros.

Esta dissertação não apresenta nenhum método ou modelo de Avaliação de Processo de Software, cabendo somente a sugestão de Avaliação do Processo em relação à aderência a qualquer Modelo de Qualidade de Software no mercado.

1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a realização do trabalho proposto, na primeira fase foi realizada uma revisão bibliográfica sobre medições aplicadas ao ROI em MPS, relatos de experiências em MPS de Engenharia Experimental, ferramentas como IDEAL e DMAIC.

Na segunda fase, iniciou-se a definição do *FROISPI* e todos os artefatos, que é constituído por cinco fases: Identificação do problema no processo; Diagnóstico baseado no levantamento detalhado do problema; Estimativa do cálculo do ROI; Implementação e Encerramento.

Na terceira fase, o *FROISPI* foi aplicado em três empresas como Estudo de Caso a fim de ser validado. As empresas em questão são bem distintas e possuem níveis de maturidades diferentes, pois uma está buscando a Avaliação no nível G do modelo Melhoria de Processo de Software Brasileiro – MPS.BR¹, outra está buscando aderência do processo ao nível 2 do CMMI² e a terceira possui nível 3 do CMMI².

Na quarta fase, analisou os resultados dos estudos de caso e concluiu a dissertação apresentando os aspectos relevantes para o ROI em MPS.

1.6 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento além de possuir este capítulo introdutório, está organizado da seguinte forma para facilitar o entendimento do trabalho desenvolvido.

Primeiramente, é apresentado no Capítulo 2 o estado da arte sobre as principais disciplinas selecionadas para compor o trabalho. Foram selecionados métodos, modelos e as principais literaturas sobre Processo de Software, Modelos para Melhoria de Processo de Software, Medição de Processo de Software e Modelos de Qualidade que serviram para agregar valor significativo ao trabalho.

¹ MPS.BR é marca da SOFTEX.

² CMMI é marca da Carnegie Mellon University.

No Capítulo 3, é apresentado o estado da arte sobre o ROI- *Return on Investment*, conceituando o ROI dentre os Indicadores Econômicos, abordando a Metodologia ROI, iniciativas de ROI em MPS.

No Capítulo 4, é apresentada a proposta do *Framework Return on Investment of Software Process Improvement - FROISPI*, com detalhamento de todas as fases e artefatos definidos para colaborar com o objetivo desse trabalho.

No Capítulo 5, é apresentado a Aplicação da Proposta em um Estudo de Caso, as características das empresas e suas principais dificuldades, soluções propostas e principais problemas encontrados durante a aplicação do *Framework* e todos os dados coletados e aspectos relevantes. Além disso, serão apresentados os aspectos considerados relevantes para o ROI em MPS encontrados nos cenários nacionais e internacionais e no Estudo de Caso. Também é apresentada a sugestão de transformar os aspectos em fatores que possam inferir em uma estimativa de ROI em MPS.

E por último, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões deste trabalho e as possibilidades de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Melhoria de Processo de Software

Neste capítulo são apresentadas as principais disciplinas para direcionar um estudo sobre melhoria de processo de software, sendo as mesmas utilizadas na concepção deste trabalho. O conjunto dessas disciplinas segue como recomendação, a ser utilizado como base de conhecimento para facilitar a utilização do *FROISPI* e aumentar a compreensão das possíveis especificidades das soluções utilizadas. Em seguida, são apresentadas as características de cada disciplina e por último as considerações finais do capítulo.

2.1. PROCESSO DE SOFTWARE

O IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers* define Processo de Software como sendo uma sequência de passos executados para um dado propósito [IEEE, 1990]. Entretanto para outros autores como *Howard Baetjer, Jr.*, o Processo de Software é um aprendizado social, pois o conhecimento que se transforma em software é reunido e incorporado ao software [Baetjer, 1998]. Segundo *Roger Pressman*, poderia se pensar em Processo de Software como um arcabouço para as tarefas que são necessárias para construir softwares de alta qualidade [Pressman, 2006].

O autor *Ian Sommerville* define Processo de Software como um conjunto de atividades e resultados associados que produzem um produto de software [Sommerville, 2007]. Segundo *Humphrey*, processo de software é definido como “*Um conjunto de ferramentas, métodos e práticas usadas para produzir um produto de software*” [Humphrey, 1989]. Segundo *Paulk*, um processo de software é definido como “*Um conjunto de atividades, métodos, práticas e transformações que as pessoas usam para desenvolver e manter software e seus produtos associado como planos de projetos, documentos de design, código, casos de teste e manuais de usuários*” [Paulk et al., 1993]. Segundo *Fuggetta*, processo de software é definido como “*Um conjunto coerente de procedimentos, tecnologias, artefatos e estruturas organizacionais necessárias a conceber, desenvolver, implantar e manter um produto de software*” [Fuggetta, 2000]. Dentre várias definições, fica bem claro que para um Processo de Software precisa-se de insumos como entrada que serão processados por um método ou ferramenta que terá como saída um produto ou parte dele como componentes de software.

2.1.1. ARCABOUÇO DE PROCESSO

Um arcabouço (*framework*) de processo estabelece a base para o Processo de Software completo, pela identificação de um pequeno número de atividades aplicáveis a todos os projetos de software, independentemente de seu tamanho ou complexidade. Além disso, o arcabouço de processo engloba um conjunto de outras atividades, chamadas de atividades guarda-chuva, que são aplicáveis durante todo o processo de software [Pressman, 2006].

Cada atividade do arcabouço é preenchida por um conjunto de ações de engenharia de software – uma coleção de tarefas relacionadas que produz um produto importante de trabalho de engenharia de software. Cada ação é preenchida por tarefas de trabalho individuais que realizam alguma parte do trabalho determinado pela ação, como demonstrado na Figura 2.1.

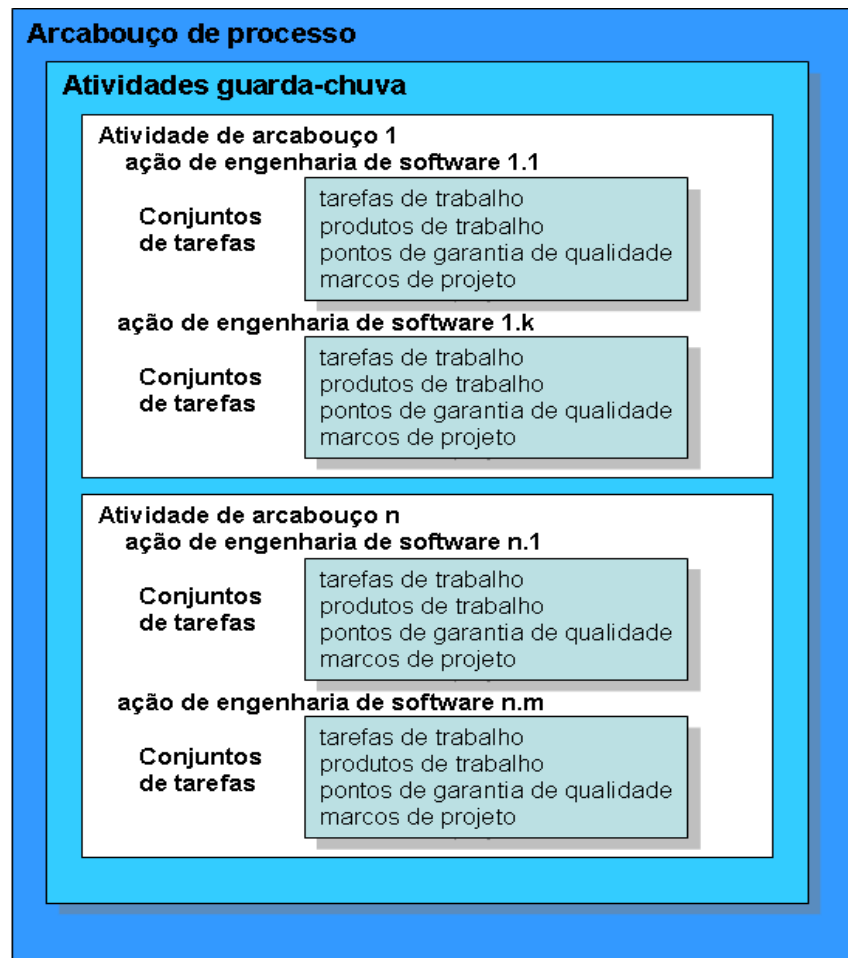


Figura 2.1. Arcabouço de Processo de Software [Pressman, 2006].

Os arcabouços de processo genéricos que são aplicáveis à grande maioria dos projetos de software são apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Arcabouço de Processo Genérico.

Processo Genérico	Descrição
Comunicação	Essa atividade do arcabouço envolve alta comunicação e colaboração com o cliente (e outros interessados ¹) e abrange o levantamento de requisitos e outras atividades relacionadas.
Planejamento	Essa atividade estabelece um plano para o trabalho de engenharia de software que se segue. Descreve as tarefas técnicas a serem conduzidas, os riscos prováveis, os recursos que serão necessários, os produtos de trabalho a serem produzidos e um cronograma do trabalho.
Modelagem	Essa atividade inclui a criação de modelos que permitam ao desenvolvedor e ao cliente entender os requisitos do software e o projeto que vai satisfazer a esses requisitos
Construção	Essa atividade combina geração de código (quer manual ou automática) e os testes necessários para revelar erros no código.
Implantação	O software (como entidade completa ou incremento parcialmente completo) é entregue ao cliente, que avalia o produto entregue e fornece <i>feedback</i> com base na avaliação.

O arcabouço descrito na visão de engenharia de software é complementado por várias atividades guarda-chuva. Atividades típicas dessas categorias são apresentadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Atividades guarda-chuva da engenharia de software [Pressman, 2006].

Atividades	Descrição
Acompanhamento e controle de projeto de software	Permite à equipe de software avaliar o processo com base no plano de projeto e tomar ações necessárias para manter o cronograma.
Gestão de risco	Avalia os riscos que podem afetar o resultado do projeto ou a qualidade do produto.
Garantia da qualidade de software	Define e conduz as atividades necessárias para garantir a qualidade do software.
Revisões técnicas formais	Avaliam os produtos de trabalho da engenharia de software, num esforço para descobrir e remover erros antes que eles sejam propagados para a próxima ação ou atividade.
Medição	Define e reúne medidas de processo, projeto e produto que ajudam a equipe a entregar um software que satisfaça às necessidades do usuário; pode ser usada conjugada com todas as outras atividades do arcabouço.
Gestão de configuração de software	Gerencia os efeitos das modificações ao longo de todo o processo de software.
Gestão de reusabilidade	Define critérios para a reutilização dos produtos de trabalho (inclusive componentes de software) e estabelece mecanismo para obter componentes reusáveis.
Preparação e produção do produto do trabalho	Abrange as atividades necessárias para criar produtos do trabalho como modelos, documentos, registros, formulários e listas.

Os modelos de processo de software podem ser caracterizados dentro do Arcabouço de Processo mostrado na Figura 2.1, sendo uma prática inteligente de

¹ Um “Interessado” (*stakeholder*) é alguém que tem interesse no resultado bem-sucedido do projeto.

aplicação reconhecendo que a adaptação é essencial para o sucesso de uma nova definição de processo.

2.1.2. AVALIAÇÃO DE PROCESSO

A existência na organização de um processo de software não garante que o software seja entregue dentro do prazo, que o software satisfaça os requisitos do cliente, ou que o software possua as características de qualidade. Assim, o processo deve ser avaliado para garantir que satisfaça a um conjunto de critérios básicos de processo, que demonstraram-se essenciais para uma engenharia de software com sucesso. Na Figura 2.2, é mostrado o relacionamento entre o processo de software e os métodos aplicados para avaliação e melhoria de processo.

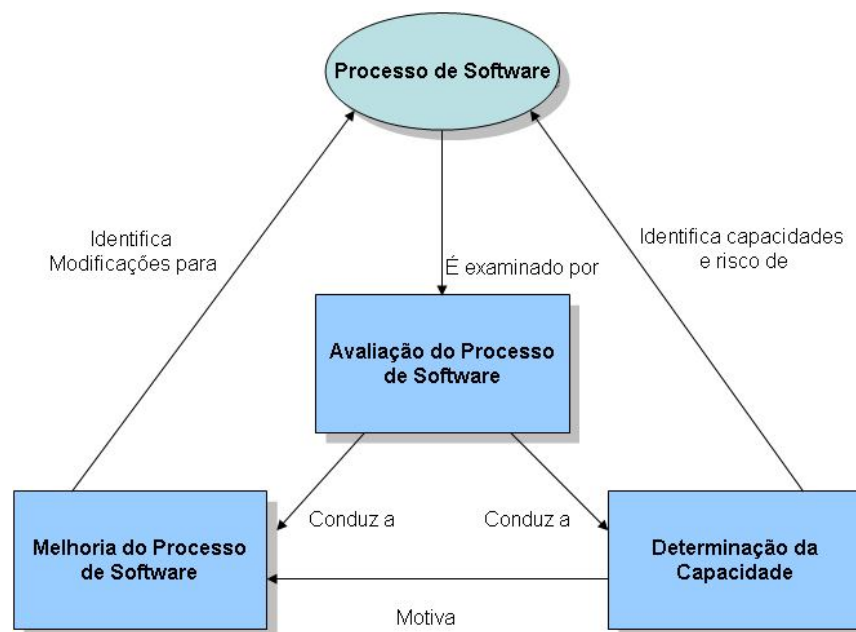


Figura 2.2. Relacionamento entre Processo de Software, métodos de avaliação e melhoria [Pressman, 2006].

A ISO/IEC TR 15504, norma internacional para avaliação de processos de software (*Software Process Assessment*), foi publicada pela primeira vez em 1998 como um Relatório Técnico do Tipo 2. Uma norma é publicada como um Relatório Técnico do Tipo 2, quando o assunto está ainda em desenvolvimento técnico, ou, quando existe a

possibilidade de, num futuro próximo, se alcançar um entendimento para uma Norma Internacional.

A ISO/IEC 15504-5:2006 sob o título genérico *Information Technology – Software Process Assessment*, consiste das seguintes partes [ISO15504-5, 2006]:

- Parte 1: Conceitos e Vocabulário [ISO15504-1, 2004].
- Parte 2: Realizando uma Avaliação [ISO15504-2, 2004].
- Parte 3: Guia de Realização de uma Avaliação [ISO15504-3, 2004].
- Parte 4: Guia uso para melhoria de processo e determinação de capacidade do processo [ISO15504-4, 2004].
- Parte 5: Um modelo de Avaliação de Processos baseado na ISO/IEC 12207 Amd 1 e 2 [ISO15504-5, 2006] [ISO12207, 2002].

No contexto de melhoria de processos, a avaliação de processos segundo a ISO/IEC 15504-5:2006 fornece meios para caracterizar a prática corrente, dentro de uma unidade organizacional, em termos de capacidade de um determinado processo para responder às necessidades. As análises dos resultados na perspectiva das necessidades de negócio da organização identificam forças, fraquezas e riscos inerentes aos processos. Estas, por sua vez, conduzem à possibilidade de determinar se os processos são efetivos no alcance dos seus objetivos, e na identificação das principais causas de qualidade fraca, ou desvios no tempo ou nos custos. Estas evidências fornecem os indicadores para o estabelecimento de prioridades de melhorias nos processos [ISO15504-5, 2006].

A determinação de capacidade dos processos está relacionada com a análise dos perfis de capacidade propostos para os processos selecionados *versus* o perfil das capacidades a atingir. Esta relação permite identificar os riscos envolvidos na gestão de um projeto usando os processos. A capacidade proposta pode ser baseada nos resultados de avaliações anteriores, ou pode ser baseada nos resultados de avaliações executadas com o objetivo de medir a capacidade proposta que servirá como um parâmetro atual.

A ISO/IEC TR 15504 fornece uma framework para a avaliação de processos de software. Este framework pode ser utilizado pelas organizações em todos os processos e fases do ciclo de vida do software incluindo gestão, monitorização, controle, aquisição, fornecimento, desenvolvimento, operação, evolução e suporte, como apresentado na Tabela 2.3

Tabela 2.3. ISO IEC 15504-5 2006 [Salviano, 2006].

ISO IEC 15504-5 2006: (6) Níveis de Capacidade (15504-2 4 (48) Processos (12007 Amd2)		
Processos Fundamentais	Níveis de Capacidade	Processos Organizacionais
Grupo de Processos de Aquisição (ACQ) ACQ.1 Preparação da Aquisição ACQ.2 Seleção de Fornecedor ACQ.3 Acordo Contratual ACQ.4 Monitoramento de Fornecedor ACQ.5 Aceitação pelo Cliente Grupo de Processos de Fornecimento (SPL) SPL.1 Prospecção de Fornecimento SPL.2 Liberação de Produto SPL.3 Apoio para Aceitação do Produto Grupo de Processos de Engenharia (ENG) ENG.1 Elicitação de Requisitos ENG.2 Análise de Requisitos de Sistema ENG.3 Projeto da Arquitetura de Sistema ENG.4 Análise de Requisitos de Software ENG.5 Projeto de Software ENG.6 Construção de Software ENG.7 Integração de Software ENG.8 Teste de Software ENG.9 Integração de Sistema ENG.10 Teste de Sistema ENG.11 Instalação de Software ENG.12 Manutenção de Software e Sistema Grupo de Processos de Operação (OPE) OPE.1 Operação OPE.2 Suporte ao Cliente	↑ 5: Em Otimização 5.1 Inovação 5.2 Melhoria Contínua 4: Previsível 4.1 Medição 4.2 Controle 3: Definido 3.1 Definição 3.2 Implantação 2: Gerenciado 2.1 Gerência de Execução 2.2 Gerência de Produtos 1: Executado 1.1 Execução 0: Incompleto	Grupo de Processos de Gerência (MAN) MAN.1 Alinhamento Organizacional MAN.2 Gerência Organizacional MAN.3 Gerência de Projeto MAN.4 Gerência da Qualidade MAN.5 Gerência de Riscos MAN.6 Medição Grupo de Processos de Melhoria de Processo (PIM) PIM.1 Estabelecimento de Processo PIM.2 Avaliação de Processo PIM.3 Melhoria de Processo Grupo de Processos de Recursos e Infra-Estrutura (RIN) RIN.1 Gerência de Recursos Humanos RIN.2 Treinamento RIN.3 Gerência de Conhecimento RIN.4 Infra-estrutura Grupo de Processos de Reuso (REU) REU.1 Gerência de Ativos REU.2 Gerência de Programa de Reuso REU.3 Engenharia de Domínio
PROCESSOS		
Processos de Apoio		
Grupo de Processos de Apoio (Support) (SUP) SUP.1 Garantia da Qualidade SUP.2 Verificação SUP.3 Validação SUP.4 Revisão conjunta SUP.5 Auditoria SUP.6 Avaliação de Produto SUP.7 Documentação SUP.8 Gerência de Configuração SUP.9 Gerência de Resolução de Problemas SUP.10 Gerência de Solicitação de Mudança		

A norma ISO/IEC TR 15504 fornece uma aproximação estruturada para a avaliação de processos de software com os seguintes objetivos:

- Por ou em nome de uma organização com o objetivo de compreender o estado dos seus processos para determinar a sua melhoria;
- Por ou em nome de uma organização com o objetivo de determinar a adequação dos seus processos para um requisito particular ou grupo de requisitos;
- Por ou em nome de uma organização com o objetivo de determinar a adequação dos processos de uma outra organização para um contrato particular ou grupo de contratos.

O processo de melhoria da ISO/IEC 15504 sugere a execução de oito passos, apresentados na Figura 2.3:

- **Passo 1: Examine os objetivos de negócio da organização.** Em geral os objetivos estão orientados à satisfação dos clientes, ao aumento de competitividade ou ao aumento de valor agregado dos produtos e serviços fornecidos. Com o foco nos objetivos de negócio, seleciona-se o modelo de referência mais adequado. O programa de melhoria de processo, que contém as estratégias, políticas, objetivos e as atividades relacionadas com o alcance de objetivos específicos de melhoria, é claramente estabelecido e entendido;
- **Passo 2: Inicie o ciclo de melhoria de processo.** O programa de melhoria de processo deve ser implementado como um projeto, isto é, com a definição de cronogramas, responsabilidades, marcos e demais atributos. Planeja-se um plano de projeto contendo: a descrição de como a mudança progressiva do processo será implementada, as atividades de monitoração e controle e as necessidades de treinamento para implementação das mudanças;
- **Passo 3: Avalie a capacidade atual.** A capacidade do processo é avaliada conforme recomendação no processo de determinação da capacidade da norma encontrada na Parte 4;
- **Passo 4: Desenvolva o plano de ação.** Com base nos resultados coletados na avaliação, uma lista de áreas para melhoria é identificada e analisada, objetivos específicos de melhoria são estabelecidos como metas e um plano contendo as ações de melhoria é planejado;

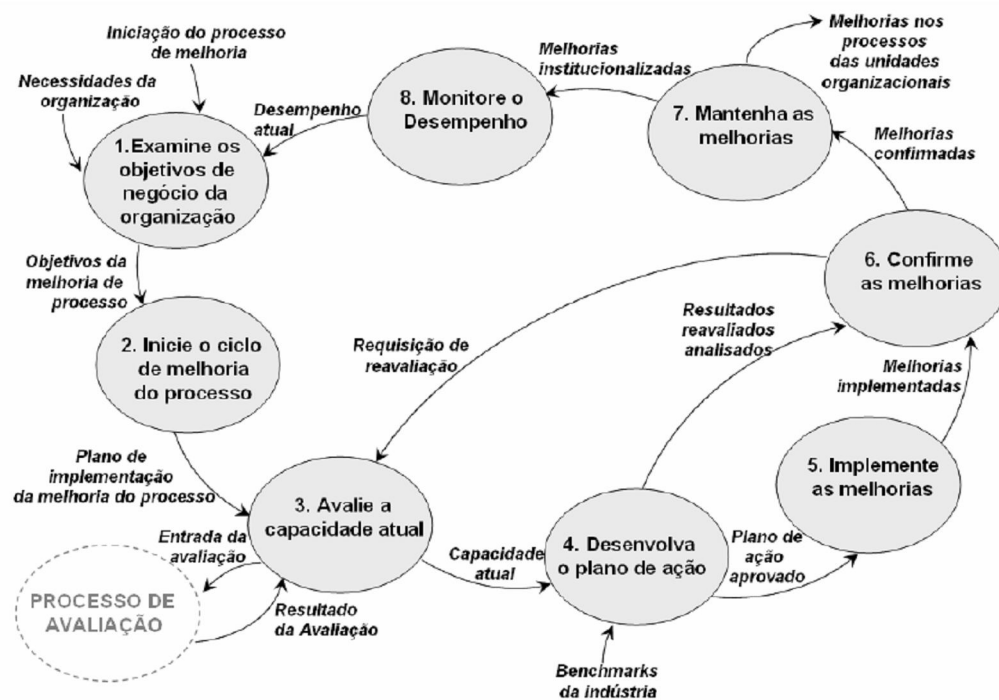


Figura 2.3. Processo de melhoria na ISO/IEC 15504 [ISO15504-3, 2004].

- **Passo 5: Implemente as melhorias.** Conforme a complexidade das melhorias, projetos de melhoria serão conduzidos, sempre que necessário, com o objetivo de implementar uma ou mais ações. As quatro principais atividades de implementação do projeto de melhoria são:
 - (i) Selecionar a estratégia de melhoria, que pode consistir na realização de projetos piloto em uma unidade organizacional ou implementar a melhoria integralmente na organização. A escolha da estratégia depende da análise de risco, do contexto organizacional e da disponibilidade de recursos;
 - (ii) Detalhar o plano de implementação, que consiste na elaboração de um plano de projeto completo;
 - (iii) Implementar ações de melhoria, executar o plano de forma apropriada, levando em considerações fatores culturais, a manutenção do comprometimento, a comunicação com a equipe de trabalho e as necessidades de treinamento;

- (iv) Monitorar a implementação da melhoria, conforme estabelecido no plano do projeto de melhoria de processo;
- Passo 6: **Confirme as melhorias.** Após a implementação dos projetos de melhoria, a organização deve validar se os objetivos de melhoria foram alcançados, se processos e práticas adequadas foram adotados e se a cultura organizacional foi alterada de forma apropriada. Deve-se considerar a possibilidade de requerer uma nova avaliação de capacidade para confirmar se a capacidade desejada foi estabelecida;
- Passo 7: **Mantenha as melhorias.** Uma vez que a melhoria foi validada, se faz necessário manter o novo nível de capacidade. Isto requer o monitoramento da institucionalização do processo melhorado através de medições apropriadas. Se a melhoria foi constatada em apenas uma unidade organizacional através de um piloto, a implantação deve atingir todas as áreas ou projetos da organização onde a melhoria for aplicável. A implantação deve ser apropriadamente planejada e documentada como parte do Plano do Programa de Melhoria de Processo;
- Passo 8: **Monitore o desempenho.** A execução do processo deve ser monitorada através de um conjunto de métricas alinhadas com os objetivos de negócio. Novas melhorias devem tomar como base as experiências adquiridas a partir de experiências anteriores.

2.2.METODOLOGIAS PARA MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE

A preocupação em Qualidade sempre teve como intuito, colaborar na eliminação de problemas nos processos e visando o aumento na qualidade pelo atendimento às necessidades dos clientes. Dentre os recursos existentes para melhoria da qualidade estão os métodos para análise e solução de problemas.

Os métodos para análise de solução de problemas seguem o pensamento científico. O pensamento sistêmico e o pensamento cartesiano são algumas das linhas de pensamento científico que auxiliam a visualizar e solucionar problemas. No pensamento sistêmico as propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas a partir da consideração da inter-relação de todas as partes de um processo. O pensamento cartesiano ou analítico, por sua vez, consiste em diminuir a granularidade dos problemas a fim de alcançar a compreensão do todo a partir de suas partes. Em suma, pensamento sistêmico significa realizar uma análise no contexto do processo como um todo e o pensamento analítico significa tratar o problema de forma isolada para melhor compreensão [Capra, 1998].

Do pensamento analítico ou cartesiano surgiu a estruturação do método PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) [Aguilar, 2001]. Outro método bastante conhecido e seguindo a mesma linha é o DMAIC, acrônimo proveniente dos termos em inglês *Define-Measure-Analyse-Improve-Control*. O DMAIC também foi desenvolvido com base no PDCA e, assim como este, pode tomar formatos diferentes dependendo da sua utilização [Rotondaro, 2002].

2.2.1. PDCA – PLAN-DO-CHECK-ACTION

O PDCA surgiu na década de 20, proposto por *Walter Shewart* (inicialmente como PDSA, onde o “S” significava *Study*, ou estudo) e que posteriormente foi amplamente difundido na indústria japonesa após a segunda guerra já no formato conhecido por *William Edwards Deming* [Deming, 1990]. Na época se pensou que a proposta deveria iniciar pela definição dos objetivos de melhoria e o planejamento das atividades (P-Plan). Na sequência, o plano era colocado em prática (D-Do), os resultados coletados eram verificados (C-Check), e por último, possíveis ações de refinamento e ajustes (A-Act)

eram realizadas no processo e o ciclo começava novamente. Tem sido muito utilizado em abordagens tradicionais de implantação do gerenciamento da qualidade total [Campos, 1992].

O PDCA pode ser abordado de duas formas: PDCA para manter resultados e PDCA para melhorar resultados. O PDCA para melhorias se constitui num método para identificação e solução de problemas e pode ser subdividido em oito etapas, sendo eles: (i) Identificação do problema; (ii) Observação; (iii) Análise; (iv) Plano de ação; (v) Ação; (vi) Verificação; (vii) Padronização e (viii) Conclusão [Campos, 1999]. Um modelo deste PDCA é apresentado na Figura 2.4.

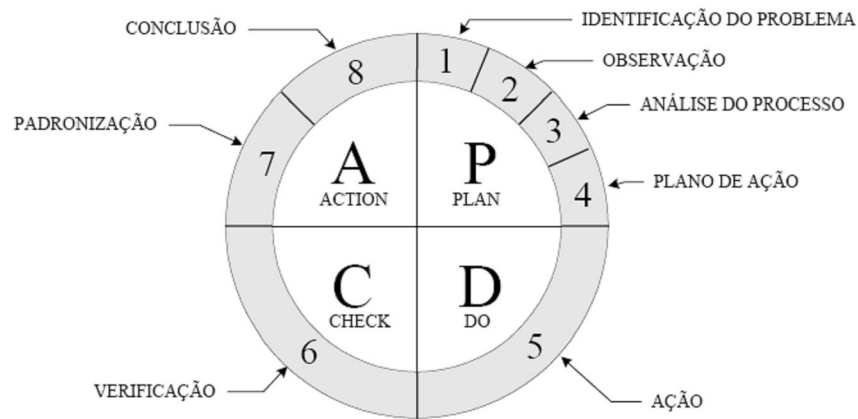


Figura 2.4. Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) [Campos, 1999].

Na etapa **Identificação do Problema** é realizada a escolha do problema. Essa escolha baseia-se em diretrizes gerais da área de trabalho. Considera-se problema o resultado indesejável de um trabalho. As informações históricas do problema são usadas nesta etapa, seja via gráficos, fotografias, planilhas ou outro formato de informação. O importante neste ponto do método são as evidências da frequência com que ocorre o problema. É importante a visibilidade das perdas financeiras causadas pelo problema, assim como os ganhos possíveis provenientes do projeto.

Na etapa **Observação** espera-se descobrir as características do problema. São realizadas coletas de dados e, através destes dados e da utilização de gráficos de *Pareto* [Koch, 2006], obtêm-se a compreensão do problema. Quanto mais tempo for gasto nesta etapa mais fácil será para resolver o problema. É aconselhável que o problema seja

cuidadosamente analisado por todas as pessoas envolvidas no projeto de melhoria. Ao final desta etapa deve-se estimar um cronograma, custos do projeto e uma definição da meta a ser atingida.

Na etapa **Análise do Processo** devem ser levantadas as possíveis causas do problema priorizado na etapa anterior. Ferramentas como *brainstorming* são utilizadas para identificar “por que ocorre o problema?”, outra ferramenta é o diagrama Causa e Efeito [Ishikawa, 1984]. As causas presentes no diagrama Causa e Efeito devem ocasionar as novas coletas de dados. Cada causa deve apresentar evidências técnicas de que é possível ser anulada e de que também não gerará efeitos colaterais indesejáveis.

Na etapa **Plano de Ação** é elaborada a estratégia de ação e do plano de ação para anular as causas fundamentais do problema relatado. É importante tomar cuidado no sentido de examinar se as ações propostas não irão produzir efeitos colaterais no processo. É necessário rever o cronograma do projeto e o orçamento final. O plano de ação deve ser divulgado para todas as pessoas relacionadas à área atingida pelo projeto. É necessário certificar-se que todos entendem e concordam com as medidas propostas pelo plano de ação.

Uma vez tomadas as devidas providências é o momento de realizar as **Ações** planejadas. As ações devem ser efetivamente verificadas com intuito de certificar-se quanto à execução das mesmas. Durante as ações todos os resultados, sejam eles bons ou ruins, devem ser registrados.

Na etapa de **Verificação** é avaliado o quanto o projeto foi eficiente e eficaz na solução do problema. Quaisquer efeitos secundários, sejam eles positivos ou negativos, devem ser listados e documentados para futuras consultas. Ferramentas como Gráfico de *Pareto*, as cartas de controle, histogramas e os gráficos sequenciais são exemplos usados nesta etapa do método PDCA [Campos, 1999]. Se a causa do problema identificado não foi efetivamente encontrada e anulada recomenda-se que o método seja retomado a partir da etapa de **Observação** do PDCA.

Na etapa **Padronização** é preparado, divulgado, implantado e acompanhado o procedimento proveniente dos resultados obtidos pelo projeto. É necessário certificar-se que o problema identificado e eliminado não retornará. Para isso o uso da criatividade

pode ser bastante útil na elaboração de dispositivos para evitar o reaparecimento do problema.

A etapa **Conclusão** consiste em observar os problemas remanescentes, planejar o ataque destes problemas e refletir sobre o quanto o projeto foi realizado de forma eficiente e eficaz. A idéia central desta etapa é que o grupo aprenda com os erros cometidos e aplique este conhecimento na aplicação do PDCA em projetos futuros.

Apesar da indústria de software não poder ser comparada ao ambiente industrial de produtos por causa das suas diferentes naturezas, as iniciativas de melhoria em processo de software não podem desprezar as contribuições de cientistas organizacionais para diminuir o risco de recriar estratégias e ignorar aspectos considerados importantes que impactam na melhoria de processo. Pois segundo *Fuggetta* “*melhoria de processo de software também é melhoria de processo*” [Fuggetta, 2000].

A seguir serão apresentadas algumas abordagens de melhoria de processo software que tiveram o PDCA como base inspiradora.

2.2.2. QIP - QUALITY IMPROVEMENT PARADIGM

O QIP - *Quality Improvement Paradigm* evoluiu do esforço cooperado entre Centro de Vôo Espacial Goddard da NASA / Divisão Dinâmica de Vôo e o Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Maryland. Essa cooperação foi realizada dentro do *Software Engineering Laboratory*, denominado SEL em 1976 com o objetivo de reduzir a Taxa de Defeito, o Custo e o Tempo do ciclo de desenvolvimento do software [Basili *et al.*, 1994]. O autor principal do modelo é *Victor Basili* e foi publicado primeiramente em 1984 [Basili e Weiss, 1984], mas foi evoluído desde seu início e atualmente é aplicado ativamente pelo Instituto *Fraunhofer* na Alemanha. O modelo QIP é parte de um modelo maior de sistema, chamado Fábrica de Experiência [Basili *et al.*, 1992].

A proposta do modelo QIP é suportar a melhoria de processo contínuo e a engenharia dos processos de desenvolvimento [Rombach, 1994], e ajudá-la na infusão de tecnologia [Basili, 1994]. A forma de ver o modelo é considerá-lo como um modelo para a aprendizagem da organização, onde a organização estabelece uma maneira de desenvolver práticas através de sua experimentação, e então as captura e empacota em

um formulário que possa ser reusado em qualquer parte, dentro de determinados limites. [Basili, 1994] [Basili e McGarry 1998].

O modelo QIP original, apresentado na Figura 2.5, é baseado nos princípios de que a disciplina do software é, por sua natureza, evolucionária e experimental [Basili, 1994]. O trabalho para desenvolver software é baseado na criatividade humana.

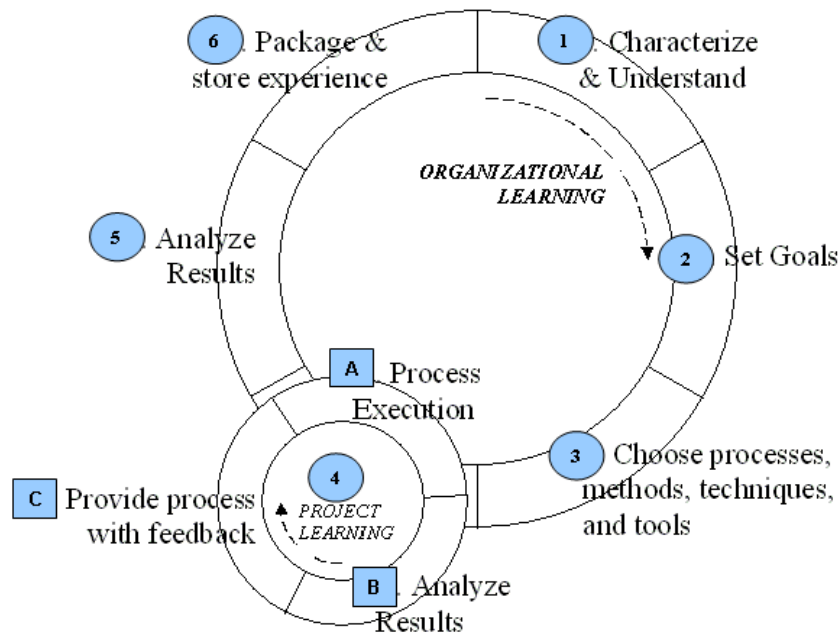


Figura 2.5. O ciclo *Quality Improvement Paradigm* [Basili, 1994].

O modelo QIP, inspirado no ciclo PDCA, é baseado em uma abordagem cíclica e contínua para melhoria de processos que consiste em seis passos demonstrados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4. Fases do modelo *Quality Improvement Paradigm*.

Fases	Descrição
1. Characterize & Understand	O alvo é descrever e compreender o projeto atual e seu ambiente no que diz respeito aos modelos disponíveis de processo/qualidade/produto, dados, intuições, etc. A fase também estabelece as <i>Baselines</i> determinantes baseadas em experiências anteriores e caracteriza sua criticidade. [Basili, 1994] [Rombach, 1994]. A caracterização constrói modelos de vários fatores e estuda as interações entre estes para aumentar a compreensão do contexto onde a melhoria deve ser realizada. Os fatores tomados em consideração incluem pessoas, problemas, processos, produtos, recursos, e assim por diante [Basili, 1994].
2. Set Goals	Definir objetivos para o desempenho bem sucedido do projeto (que abrange os processos e produtos) e à melhoria dos resultados. O objetivo é ser capaz de obter confiança, dados mensuráveis da melhoria e por essa razão, as metas devem ser

	quantificáveis e definidas a partir de uma variedade de perspectivas, incluindo pontos de vista do cliente, do projeto e da organização [Basili, 1994]. Para serem aplicáveis ao caso, as metas são baseadas na caracterização inicial e nos objetivos estratégicos da melhoria. [Rombach, 1994]. Quando as métricas estão na <i>Baseline</i> , criam uma memória organizacional. Através dos projetos, fornecem a introspecção às forças e às fraquezas dos processos e dos produtos atuais. As métricas são uma ferramenta da tomada de decisão, porque podem ser usadas para decidir que técnicas precisam ser adotadas e/ou refinadas. As métricas dão a evidência objetiva do impacto das mudanças e, no geral, podem ser usadas para avaliar a qualidade do processo e do produto.
3. Choose Process, Methods, Techniques and tools	O objetivo da terceira fase é a Escolha de Processos, Métodos, Técnicas e Ferramentas que são adequadas para o projeto. A decisão é baseada na caracterização do ambiente e produto e nos objetivos que foram ajustados. É importante certificar-se de que a seleção é consistente com as metas estabelecidas para produtos e processo, uma vez que existe grande interesse em fazer as medições derivadas das metas. [Rombach, 1994] [Basili, 1994]. Além dos processos selecionados, dos métodos de apoio e das técnicas e ferramentas, é necessário que o processo seja adaptado para dar forma a um conjunto integrado, que seja aplicável para o projeto e o contexto [Basili, 1994].
4. Process Execution	Do ponto de vista da organização, esta fase é onde o ciclo do projeto funciona. O ciclo do projeto, que representa como o projeto aprende e se guia, é dividido em três atividades: (i) <i>Process Execution</i> ; (ii) <i>Analyze Results</i> ; (iii) <i>Provide Process with feedback</i> . Os projetos Executam os Processos para construir os produtos. Ao mesmo tempo dados dos recursos, dos processos e dos produtos estão sendo coletados, validados e analisados para mensurar a realização dos objetivos. Esta informação é então alimentada de volta ao projeto para ações corretivas [Basili, 1994]. A coleta de dados precisa ser integrada ao processo para torná-lo praticável. Os dados precisam ser validados, porque são sujeitos a erros e treinamento para coleta de dados é necessário, porque todos precisam compreender o modelo [Basili, 1994].
5. Analyze Results	A quinta fase é Análise de Resultados para avaliar as práticas, determinar os problemas, registrar os resultados e fazer recomendações para projetos de melhorias futuras. Os dados são analisados e utilizados contra os objetivos de alcançar uma melhor caracterização e compreensão do contexto, avaliar e analisar os experimentos (melhorias), determinar os problemas, obter mais informação a ser utilizada para uma melhor previsão e controle, e para motivar melhorias futuras [Basili, 1994].
6. Package & Store Experience	A sexta e última fase do ciclo de organização é a de Empacotar Experiências e para guardar na Base de Experiências para futuras reutilizações. Convém notar que, se o ciclo do modelo QIP é utilizado para a melhoria dos processos através da experimentação com novos procedimentos, métodos ou ferramentas, o modelo pode exigir vários ciclos de iterações dos projetos antes que haja informações suficientes para embalar as experiências. As novas experiências não devem ser embaladas com base em casos isolados e que às vezes pode levar muito tempo para conseguir melhorias [Basili e McGarry, 1998], dependendo do projeto e da disponibilidade dos projetos para experimentação. Os tipos de experiências embalados abrangem modelos de previsão (como o esforço, o erro, e tempo de ciclo de modelos), modelos de produtos, definições de processo, métodos e técnicas de avaliações, modelos de qualidade, os produtos próprios, ensinamentos e orientações de adaptações [Basili 1994] [Basili & McGarry 1998].

Uma variação do QIP foi desenvolvida no instituto de *Fraunhofer* na Alemanha. Denominado como *PIA – Perfect Improvement Approach*. O modelo tem um ciclo

modificado do projeto, apresentado na Figura 2.6, e as etapas foram refinadas para um nível mais detalhado [Fraunhofer, 1998].

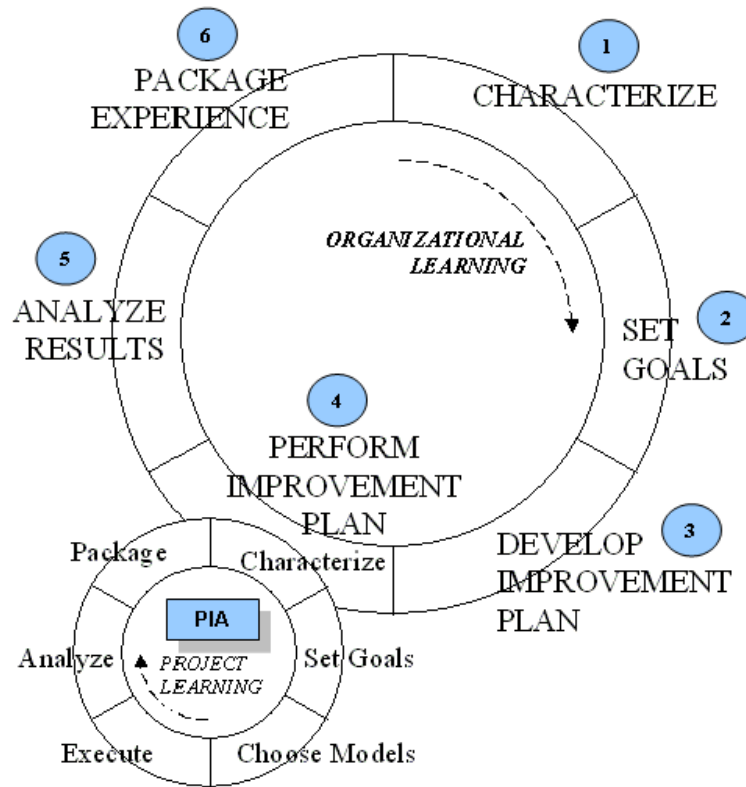


Figura 2.6. Modelo *Perfect Improvement Approach* [Fraunhofer, 1998].

As fases do modelo PIA são descritas na Tabela 2.5.

Tabela 2.5. Fases do Modelo *Perfect Improvement Approach*.

Fases	Descrição
1. Characterize	Na primeira fase, Caracterizar, a função produz (ou atualiza) a caracterização da organização e identifica as melhorias das metas e os maiores problemas. A caracterização inclui referências aos modelos de processo disponíveis, mas se não existir, é recomendado que um seja desenvolvido durante esta fase, para ser usado no programa de medição. Os objetivos da melhoria precisam ser derivados dos objetivos de negócio de nível macro. Os problemas são usados para encontrar um ponto de partida para objetivos da melhoria.
2. Set Goals	Os objetivos estratégicos da melhoria são definidos, hipóteses correspondentes são desenvolvidas, e um plano de programa da melhoria é produzido para atingir os objetivos. O objetivo estratégico é uma instancia dos objetivos organizacionais e a hipótese refina esse objetivo. A formulação da hipótese é baseada em causas possíveis dos problemas observados. O escopo de objetivos e das hipóteses nesta fase é genérico (problema-específico), não projetos-específicos.
3. Develop Improvement Plan	Os projetos, os pilotos, ou as experiências são identificados para investigar as hipóteses. O recurso usado e a programação para a experimentação são

	planejados. A caracterização do projeto fornece uma ferramenta para selecionar os projetos candidatos, e a documentação do contexto dentro de quais as experiências se aplicam. Os projetos apropriados são avaliados e selecionados baseados nos objetivos do plano de programa da melhoria. O recurso e planejamento da programação são atualizados baseados na informação do número de pilotos selecionados dentro do programa.
4. Perform Improvement Plan	Onde os projetos pilotos selecionados são executados. No nível estratégico, isto é o lugar onde a organização executa seu plano de melhoria conduzindo experiências. As ações estratégicas são para iniciar o projeto e a monitoração e dar a orientação a fim assegurar o sucesso do programa da medição (coleta de dados) e para motivar a equipe de projeto. Ao iniciar o projeto, o nível estratégico precisa preparar o acordo do projeto com o plano da melhoria e motivar e treinar as pessoas que participam do projeto. Monitorar o projeto é assegurar-se de que o programa de melhoria seja executado de acordo com os padrões defeitos e a orientação seja dada para treinar o projeto através do programa da melhoria do projeto. Depois que a primeira experiência foi concluída, o plano do programa da melhoria é refinado/modificado (fases 2 e 3 do PIA no nível estratégico) avaliando os resultados e as experiências.
5. Analyze Results	É executado assim que o programa de melhoria e os projetos pilotos selecionados foram concluídos. Os dados coletados são preparados para a apresentação. Os dados são apresentados então em uma sessão de feedback e o feedback é analisado com referência às hipóteses correspondentes dos objetivos do programa de melhoria. Os resultados de outros programas de melhoria podem ser usados como uma base para comparações nesta atividade.
6. Package Experience	As experiências são identificadas para reusar em necessidades futuras e armazenadas como pacote da experiência para a base da experiência.

Na quarta fase do modelo PIA, *Perform Improvement Plan*, o modelo propõem executar o projeto piloto utilizando as mesmas fases, ou seja, de forma instanciada para monitorar a execução com mais detalhe. Essas subfases são apresentadas na Tabela 2.6.

Tabela 2.6. Subfases do *Perform Improvement Plan*.

Fases	Descrição
1. Characterize	Caracterizar o projeto e identificar os modelos relevantes para ser reusado. Isto inclui caracterização do projeto, ambiente organizacional do projeto, e de objetivos do projeto. Existências de modelos reutilizáveis são recuperadas da base de experiência.
2. Set Goals	Os objetivos do projeto são estabelecidos em termos mensuráveis e são derivadas suas métricas. Isto inclui a identificação do objetivo, fazer o plano de medição para aqueles objetivos, e validar os planos.
3. Develop Improvement Plan	Na terceira fase escolhem-se modelos de processo apropriados para o projeto e desenvolve o plano do projeto. Esta fase inclui adaptar os modelos reutilizáveis selecionados, desenvolver novos modelos, criando uma instancia do modelo integrando com o plano de medição.
4. Perform Improvement Plan	Na quarta fase - Execute - o projeto é executado de acordo com o plano, coleta dados e fornece e gabarito para o controle do projeto.
5. Analyze Results	Analisar o projeto e os dados coletados e sugerir melhorias. A análise é feita em referência às hipóteses.
6. Package Experience	Empacota os resultados da análise em modelos melhorados reutilizáveis.

2.2.3. IDEAL – INITIATING, DIAGNOSING, ESTABLISHING, ACTING, LEVERAGING

O modelo *IDEAL* foi criado pelo *SEI - Software Engineering Institute* com o intuito de orientar iniciativas de Melhorias de Processo baseadas no *CMM - Capability Maturity Model* [Gremba e Myers, 1997]. Posteriormente foi revisado e atualizado para ser genérico o suficiente para poder ser usado em outros tipos de iniciativas de melhoria. O modelo IDEAL e suas fases e atividades são apresentados na Figura 2.7.



Figura 2.7. Fases e atividades do Modelo IDEAL.

A Tabela 2.7 descreve as atividades de cada fase. A idéia deste tipo de abordagem é permitir a implementação incremental de mudanças.

Tabela 2.7. Fases do Modelo IDEAL.

Fase	Atividade	Descrição Resumida
Iniciação (Initiating)	Estímulo para a mudança	Identifica os principais motivos que levam a organização querer realizar a iniciativa de melhoria. Quanto mais objetivos forem estes motivos, maior a chance de visibilidade para a iniciativa de melhoria.
	Identificar o Contexto	Identifica onde o esforço de melhoria se posiciona no negócio e estratégia da organização. Quanto maior o impacto da melhoria no cumprimento dos objetivos estratégicos de negócio, maior as chances de comprometimento com o esforço de melhoria.
	Estabelecer Patrocinadores	Estabelece o patrocínio da alta gerência necessário às ações de melhoria. Identifica os membros da alta administração que estarão mais diretamente empenhados neste patrocínio. Este apoio é fundamental, sobretudo no início do esforço e em momentos de incerteza e de decisões críticas.
	Estabelecer Infra-estrutura	Estabelece a infra-estrutura que estará disponível ao esforço de melhoria, o que pode incluir recursos humanos, equipamentos, ferramentas, serviços de terceiros e instalações. Depende da complexidade do esforço e das possibilidades da organização.
Diagnóstico (Diagnosing)	Caracterizar o estado atual e o desejado	Identifica o estado atual e o estado desejado da melhoria. Para o estabelecimento do estado desejado deve-se levar em conta que são previstos vários ciclos de melhoria.
	Desenvolver recomendações	Estabelece recomendações de ações para as atividades subseqüentes da melhoria. Estas recomendações requerem a participação de um time experiente nas atividades em questão. Requerem também a validação dos patrocinadores da melhoria.
Estabelecer (Estabilishing)	Estabelecer prioridades	Estabelece prioridades com base no diagnóstico, considerando restrições do contexto como limitação de recursos, dependências entre as recomendações, fatores externos e prioridades globais da organização.
	Desenvolver abordagem	Desenvolve uma estratégia para realização do trabalho combinando dados do diagnóstico com as prioridades estabelecidas. Considerando aspectos técnicos como a necessidade de aquisição de tecnologias, e aspectos culturais da organização, como focos de resistência e papel dos patrocinadores em ações específicas.
	Planejar Ações	Produz um plano detalhado de ação, estabelecendo elementos característicos de projetos como: atividades, cronograma, marcos, recursos, responsabilidades, riscos e estratégias de mitigação, mecanismos de acompanhamento e controle.
Ação (Acting)	Criar a solução	Combina efetivamente todos os elementos previstos no plano de ação para criar uma proposta de solução para a melhoria pretendida. Criar a solução implica em definir o processo a ser implantado detalhadamente em todos os seus elementos.
	Pilotar/ testar a solução	Colocar em prática a solução criada, geralmente através de um projeto piloto. Requer a seleção cuidadosa de situações reais da organização que se preste a um teste piloto que proporcione informações válidas sobre o desempenho da solução prevista sem riscos excessivos para a organização.
	Refinar a solução	Tira lições aprendidas do projeto piloto, corrige e refina a solução inicialmente criada. Pode requerer várias iterações de teste seguido de refinamento.
	Implantar a solução	Implanta efetivamente a solução na organização. Leva em consideração a abordagem definida na fase de estabelecimento (<i>top-down</i> ou <i>bottom-up</i> , por exemplo).

Aprendizagem (Learning)	Analisar e validar	Analisa em que medida o esforço atendeu aos objetivos estabelecidos incluindo as necessidades de negócio identificadas na fase inicial. Verifica o que funcionou bem e o que poderia ser feito melhor. Lições são coletadas, analisadas, sumarizadas e documentadas.
	Propor ações futuras	Desenvolve e documenta recomendações com base nas análises e validações realizadas. As recomendações podem ser endereçadas a diferentes níveis da organização.

O IDEAL é mais um modelo originado a partir do ciclo PDCA – *Plan-Do-Check-Act*. A diferença significativa entre os modelos é que o modelo IDEAL incorporou explicitamente na fase “*learning*” a idéia de *aprendizagem* a partir das ações realizadas. Como o IDEAL é um guia genérico para implementação de melhorias, a quantidade de iterações a serem realizadas e o tempo de cada uma pode variar de acordo com o contexto e a estratégia adotada pelas organizações em cada esforço de melhoria.

2.2.4. DMAIC – DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL

O método DMAIC foi criado pela empresa Motorola em sua busca por uma estratégia para aumentar o nível de desempenho visando torná-la mais competitiva no mercado. Esse esforço culminou num programa de qualidade chamado Seis Sigma e na Universidade Motorola. O método utilizado nos projetos de melhoria dentro do programa Seis Sigma, na Motorola, inicialmente foi o MAIC (sem a etapa Definir). O sucesso alcançado por empresas, como a empresa *General Electric*, acabou popularizando o método DMAIC e o sedimentando como um método utilizado pelo Seis Sigma [Harry, 1998] [Wiggenborn, 2000] [Pande *et al*, 2001].

O Seis Sigma define alguns métodos que são utilizados para inserção da abordagem nas organizações. O DMAIC é o método mais conhecido e utilizado nesse sentido. As fases do modelo DMAIC são apresentadas na Figura 2.8 e a descrição de cada uma é apresentada a seguir.

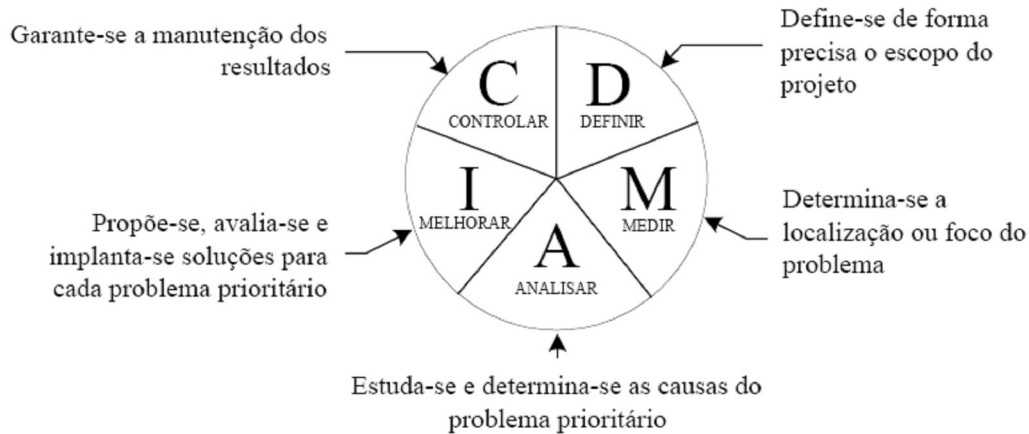


Figura 2.8. Modelo DMAIC adaptado por [Pande *et al*, 2001][Werkema, 2001]

Na etapa **Definir** a razão fundamental para o desenvolvimento de um projeto Seis Sigma é estabelecida. Segundo recomendações de [Werkema, 2001] e [Pande *et al*, 2001], devem ser feitas as seguintes perguntas para definir o tema de um projeto Seis Sigma: (i) Qual é o problema (resultado indesejável ou oportunidade detectada) a ser abordado no projeto? (ii) Qual é a meta a ser atingida? (iii) Quais são os clientes/consumidores afetados pelo problema? (iv) Qual é o impacto econômico do projeto?

Na etapa **Medir**, são coletadas métricas para entender o comportamento de produtos e processos. Um tipo de atividade crucial no Seis Sigma é a definição e medição das variações com a intenção de descobrir as causas de problemas. Isto demonstra a importância da etapa Medir durante a implantação de um projeto Seis Sigma. *Harry* aconselha que sejam selecionadas uma ou mais características Críticas à Qualidade, do inglês *CTQ – Critical to Quality*, e que seja feito o mapa do processo, sejam realizadas as medições necessárias, sejam registrados os resultados e, sejam estimadas as capacidades do processo, de curto e longo prazo [Harry, 1998].

Na etapa **Analisar** as causas fundamentais do problema prioritário, associado a cada uma das metas definidas durante as etapas anteriores do projeto, deverão ser determinadas [Werkema, 2001]. A idéia é converter os dados brutos em informações que permitam a compreensão dos processos. Este entendimento consiste na identificação das causas de defeitos ou problemas, fundamentais ou mais importantes. Dentre as possíveis ferramentas que podem ser utilizadas, *Werkema* sugere o uso do FMEA (Análise dos

Modos de Falha e seus Efeitos), FTA (Árvore de Falhas), ASM (Análise de Sistemas de Medição), DOE (Projeto de Experimentos), Testes de Vida Acelerados [Werkema, 2001]. *Pande* recomenda também, que seja revisado o mapa do processo, as atividades que agregam valor e as atividades que não agregam valor [Pande *et al*, 2001].

Na etapa **Melhorar** as soluções para os problemas são desenvolvidas, e mudanças são realizadas para bloquear tais problemas. Os resultados das mudanças no processo podem ser observados através de medições. Com base nestas medições a organização pode julgar se a mudanças foram realmente benéficas, ou se projeto merece ser reavaliado. Segundo *Pande* e *Werkema*, algumas perguntas podem ser feitas nesta etapa como meio de buscar um andamento para a implantação das melhorias [Pande *et al*, 2001] [Werkema, 2001], como por exemplo: (i) Quais as ações ou idéias possíveis que podem permitir a eliminação das causas fundamentais do problema?; (ii) Quais dessas idéias se traduzem em soluções potenciais viáveis?; (iii) Que soluções permitirão o alcance da meta com menor custo e maior facilidade de execução?; (iv) De que forma devem-se testar as soluções escolhidas como meio de assegurar sua eficácia e de forma a impedir a ocorrência de “efeitos colaterais”?

A etapa **Controlar** envolve o fechamento das melhorias de um projeto Seis Sigma e a transferência deste para o *Dono do Processo*. Se o processo estiver respondendo de acordo com os níveis previstos e desejados, então ele pode ser considerado sob controle. O processo deverá ser monitorado para garantir a não ocorrência de mudanças imprevistas. Neste momento do projeto é interessante que as variações do processo sejam avaliadas e que, se a meta desejada não estiver plenamente atingida, retome-se à etapa **Medir** do DMAIC [Werkema, 2001].

Após um período para o processo se consolidar com suas melhorias, a sua capacidade deve ser reavaliado, com o intuito de garantir que os ganhos alcançados sejam mantidos em longo prazo. Uma vez que o projeto implantado com base na metodologia DMAIC tenha efetivamente eliminado os problemas em todas as características chave do processo, então será possível observar uma melhoria radical ocorrendo em termos de custos e satisfação do cliente [Harry, 1998].

Uma característica que poderia ser entendida como um diferencial do DMAIC em relação ao PDCA é a grande ênfase dada ao planejamento dos projetos, antes que

qualquer ação possa ser executada. Ao ser comparado com o PDCA, é possível identificar a similaridade entre a etapa **Definir** do DMAIC com a etapa **Identificação do Problema**, uma vez que, ambos são dedicados à identificação dos problemas que são críticos para a empresa.

No PDCA a etapa **Observação** do problema também sugere que seja feita uma investigação das causas fundamentais do problema, o que lhe confere certa similaridade com a etapa **Medir** do DMAIC. Contudo, no DMAIC a etapa **Analisar** também deve ser usado para chegar aos pontos críticos no processo que precisam ser trabalhados na etapa **Melhorar**. Isso faz com que as etapas **Medir** e **Analisar** do DMAIC confundam-se com as etapas de **Observação** e **Análise** do PDCA.

A etapa **Melhorar** do DMAIC leva em consideração a utilização de ferramentas estatísticas e da qualidade que sustentem a efetividade das melhorias. Neste ponto o DMAIC difere do PDCA que não contempla na etapa **Plano de Ação** e na etapa **Ação** qualquer atividade de verificação e análise.

A etapa **Controlar** do DMAIC, por sua vez, contempla atividades para avaliar se as melhorias realmente foram eficazes e garante que as melhorias sejam mantidas em longo prazo. Caso não seja provada a eficácia da melhoria, a etapa **Medir** deve ser retomado e todas as etapas seguintes revistas atentamente. No PDCA, de forma diferente propõe-se que todas as etapas do método sejam revistas, uma vez que seja provada a ineficácia da melhoria. Uma relação entre o PDCA e o DMAIC é apresentada na Figura 2.9.

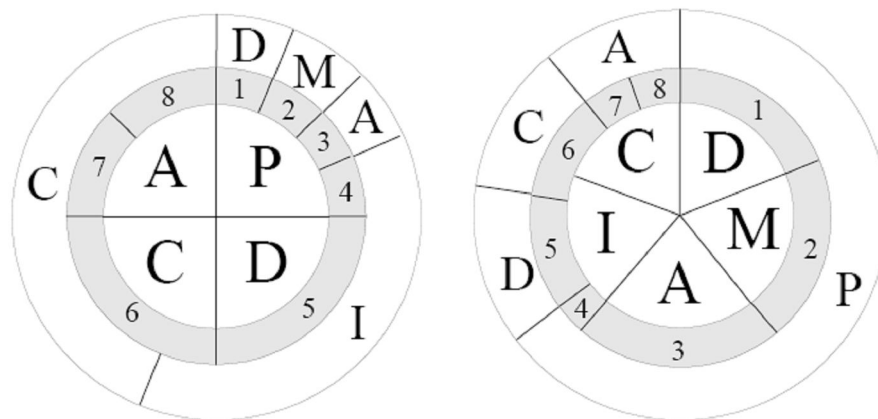


Figura 2.9. Relação PDCA e DMAIC

Fonte: adaptado a partir de [Campos, 1999], [Werkema, 2001] e [Aguar, 2001].

2.3. MEDIÇÕES DE PROCESSO DE SOFTWARE

Segundo *Fenton*, o termo **Medição** ou **Mensuração** é um processo pelo qual números ou símbolos são associados a atributos de **entidades** do mundo real, com o objetivo de descrevê-la de acordo com um conjunto de regras claramente definidas [Fenton, 1994]. Denomina-se **entidade** uma pessoa, um objeto ou um evento. Um **atributo** é uma propriedade da **entidade**, como a altura ou peso de uma pessoa, o tamanho ou a funcionalidade de uma especificação, o custo ou duração de uma atividade.

A mensuração produz um conjunto de medidas como resultado. Segundo *Kitchenham*, uma **medida** constitui um mapeamento entre um atributo empírico e uma escala matemática. As **Unidades de medida** são estabelecidas para padronizar como esses atributos devem ser registrados [Kitchenham e Pfleeger, 1995].

Uma unidade de medida está geralmente associada a uma **escala**, que determina suas possíveis operações e as transformações aplicáveis. Na Tabela 2.8 são apresentados os quatro tipos de escalas.

Tabela 2.8. Quatro tipos de Escala [Pfleeger, 1997] [Mills, 1998].

Tipo de Escala	
Escala	Descrição
Nominal	Divide um conjunto de itens em diferentes categorias. É a escala utilizada, por exemplo, quando classificamos produtos de software quanto à linguagem de programação utilizada em sua construção. Não permite a realização de comparações aritméticas nem a ordenação de valores; a única operação possível é a verificação de igualdade entre dois valores mensurados.
Ordinal	Divide os itens em categorias, como na escala nominal, mas nela as categorias representam uma ordem. Um exemplo de escala ordinal é a classificação de um defeito quanto à sua gravidade (alta, média ou baixa).
Intervalo	Define uma distância entre um ponto e outro, de tal forma que existam intervalos de mesmo tamanho entre números consecutivos. Esse tipo de escala permite a execução de operações de adição, subtração e o cálculo de valores médios. No entanto, não existe um zero absoluto, dificultando a comparação entre grandezas.
Razão	Difere da escala de intervalo por possuir um zero absoluto, permitindo o cálculo da razão entre grandezas. Um bom exemplo é o número de linhas de código: um código com 2000 linhas pode ser naturalmente interpretado como tendo o dobro do tamanho de outro que possua 1000 linhas.

Segundo *Ambler*, no contexto de software, a medição pode ser entendida como o processo de definir, coletar, analisar e agir sobre medidas que podem melhorar tanto a qualidade do software desenvolvido quanto o processo de desenvolvimento utilizado [Ambler, 1999]. Na literatura já foram propostas diversas medidas de software, por exemplo, um relatório do Departamento de Defesa dos Estados Unidos apresenta 51 sugestões de medidas, e a seleção das medidas mais apropriadas para cada caso depende dos objetivos que se pretende atingir com a medição [DoD, 2000].

Ao acompanharmos o raciocínio de *Humphrey* na Tabela 2.9, observa-se que as medidas podem ser utilizadas para atender a alguns objetivos. É o detalhamento desses objetivos que conduz à seleção do conjunto de medidas adequado para cada organização [Humphrey, 1989].

Tabela 2.9. Utilização de medidas [Humphrey, 1989].

Utilização de medidas	
Finalidade	Descrição
Conhecer	Os dados podem ser coletados para prover um conhecimento mais preciso de um item ou processo.
Avaliar	Dados quantitativos podem ser usados para verificar se um produto ou atividade atende aos critérios de aceitação.
Controlar	Dados podem ser usados para acompanhar e controlar alguma atividade.
Prever	Dados podem ser usados para gerar indicadores de tendências ou estimativas.

A classificação das Medidas de software pode ser feita por diferentes aspectos: a natureza do atributo que está sendo mensurado (medidas de produto e de processo), o relacionamento entre a medida e o atributo mensurado (medidas básicas e derivadas), a objetividade a medida (medidas objetivas e subjetivas) e o momento da mensuração (medidas preditivas e explanatórias). Na Tabela 2.10 são apresentadas as formas de classificação.

Tabela 2.10. Classificação de Medidas.

Classificação de medidas	
Medidas de produto x medidas de processo [Mills, 1988]	
Medidas de produto são aquelas obtidas a partir de características de um produto ou artefato em qualquer estágio do desenvolvimento, como o código-fonte ou uma especificação de requisitos.	Medidas de processo são obtidas a partir das atividades envolvidas no desenvolvimento dos produtos.
Medidas básicas x derivadas [Grady e Casswell, 1987]	
Medidas básicas ou Medidas primitivas, diretas ou explícitas , são aquelas que podem ser mensuradas a partir de observação direta dos atributos envolvidos.	Medidas derivadas ou indiretas são aquelas que não podem ser mensuradas diretamente a partir da observação de um atributo, mas são calculadas a partir de combinações de outras medidas.
Medidas objetivas x subjetivas [Humphrey, 1989] [Mills, 1988]	
Medida objetiva consiste na contagem absoluta de atributos do produto ou processo, sendo idealmente independente do autor da mensuração: a mesma medição, realizada por duas pessoas diferentes, gera resultados idênticos. Medidas objetivas contribuem para uma maior precisão e confiabilidade das informações coletadas, e devem ser usadas sempre que possível.	Medidas subjetivas envolvem a classificação ou qualificação de um aspecto do produto ou processo, baseada em julgamento humano. Por isso, observadores diferentes podem medir valores diferentes para um mesmo atributo, caso possuam opiniões divergentes. A utilização de medidas subjetivas exige um cuidado especial de padronização e documentação dos critérios utilizados, para reduzir ao máximo a dependência em relação à opinião pessoal do observador (a não ser nos casos em que é a própria opinião pessoal que está sendo mensurada).
Medidas preditivas x explanatórias [Humphrey, 1989]	
Medidas preditivas consistem em estimativas geradas com o objetivo de prever certos aspectos do desenvolvimento com antecedência. É o caso de todas as estimativas geradas durante o planejamento de um projeto.	Medidas explanatórias são produzidas a partir da ocorrência de eventos, com o intuito de caracterizá-los objetivamente.

A definição de um Processo de Medição para um Processo de Software passou a ser considerado vital para garantir o sucesso de análises quantitativas e qualitativas em

um Processo, colaborando assim para evidenciar o ROI em pontos estratégicos no Processo de interesse exclusivamente da organização.

2.3.1. GOAL-QUESTION-METRIC

O Paradigma GQM *Goal-Question-Metric* é uma abordagem orientada a objetivos para medição de produtos e processos de Engenharia de Software. Baseado na definição de medições de forma objetiva serve para identificar, explicitar e especificar de forma precisa os objetivos de medição da organização e também de forma específica as medições de cada projeto; deve relacionar esses objetivos aos dados necessários, para defini-los de forma operacional; e também deve fornecer um *framework* para análise e interpretação dos dados com respeito aos objetivos definidos [Basili *et al.*, 1994] [Basili e Rombach, 1988] [Basili e Weiss, 1984].

O GQM apóia objetivos de medição relativos a qualquer tipo de produto ou processo de software, orientados a qualquer propósito, desde a caracterização até o controle e a melhoria, com foco em todos os aspectos de qualidade, definido a partir de todas as perspectivas e em todos os contextos. Segundo *Basili*, o GQM é um mecanismo que serve para definir e avaliar um conjunto de objetivos operacionais, e trata-se de uma abordagem sistemática para customização e integração dos objetivos com modelos de produtos, processos de software e perspectivas de qualidade, com base nas necessidades específicas do projeto e da organização [Basili, 1999].

O Paradigma GQM foi desenvolvido na Universidade de Maryland em 1984 [Basili e Weiss, 1984], em cooperação com o “NASA Goddard Space Flight Center” [Basili *et al.*, 1992] e teve sua continuação como parte do Projeto TAME [Basili e Rombach, 1988]. Outras diversas pesquisas foram realizadas envolvendo sua aplicação e resultaram em melhorias [Solingen e Berghout, 1999], tendo sido também utilizado com sucesso, considerando as melhorias substanciais, para organizações como NASA-SEL [Basili *et al.*, 1992] e Motorola [Daskalantonakis, 1992].

Para qualquer programa de medição baseado em GQM, a atividade de análise é definida de forma precisa e explícita através de um objetivo de medição. Os objetivos são definidos de tal forma que possam ser tratáveis de modo operacional, filtrados para um

conjunto de questões quantificáveis que são utilizadas para coletar a informação apropriada dos modelos, no sentido de representar as dimensões dos objetivos.

A técnica *top-down* é utilizada para derivar as métricas, com base em questões, definidas a partir dos objetivos, formalizando o processo e levando à definição de métricas relevantes [Briand *et al.*, 1996]. Esse refinamento é documentado de forma bem detalhada em um plano GQM, registrando todo o critério utilizado na escolha das métricas. A técnica *bottom-up* serve para interpretar os dados coletados, no contexto dos objetivos e questões definidas, considerando os limites e suposições relativas a cada métrica. A estrutura hierárquica de 3 níveis, denominada como plano GQM é apresentada na Figura 2.10 e detalhada na Tabela 2.11 [Basili *et al.*, 1994].

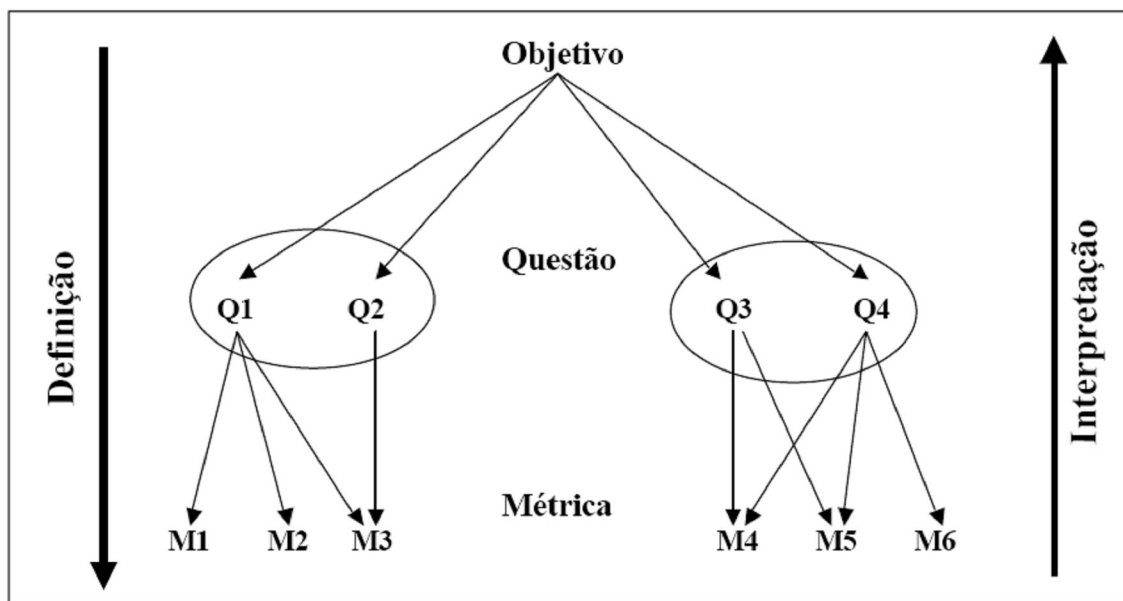


Figura 2.10. Estrutura hierárquica de 3 Níveis do Paradigma GQM [Basili *et al.*, 1994].

Tabela 2.11 Detalhamento da estrutura hierárquica de 3 níveis do Paradigma GQM.

Detalhamento da estrutura hierárquica de 3 níveis do Paradigma GQM	
1. Nível conceitual (Goal / Objetivo)	Um objetivo é definido para um objeto, com um propósito específico, com respeito a um determinado modelo de qualidade, a partir de um dado ponto de vista relativo ao ambiente.
2. Nível operacional (Question / Questão)	Um conjunto de questões é utilizado para definir como será feita a avaliação e como será atingido um objetivo específico. O objeto de medição é caracterizado através de questões que levam em consideração o modelo de qualidade e o ponto

	de vista definido no objetivo.
3. Nível quantitativo (Measure /Métrica)	Um conjunto de métricas é definido para descrever o mapeamento do sistema relacional empírico para o modelo formal, com respeito às questões definidas.

Dessa forma, o GQM ajuda na realização do refinamento de questões abstratas de qualidade do domínio de Engenharia de Software, e na derivação de mapeamentos de medição adequados entre o mundo empírico e um modelo formal. Assim como em outras atividades, o processo de medição demanda eficiência no uso de recursos. Através do GQM, pode-se chegar a um bom conjunto de métricas: o menor número possível de métricas, com maior poder de resposta e que estejam efetivamente relacionadas aos objetivos. Uma mesma questão poderá ser utilizada para definir vários objetivos, e as métricas poderão ser utilizadas para responder mais de uma questão. As questões e métricas podem ser reutilizadas dentro de um plano GQM ou até em outros programas de medição. Os princípios do Paradigma GQM são apresentados na Tabela 2.12.

Tabela 2.12 Princípios do Paradigma GQM [Basili *et al.*, 1994], [Rombach, 1991]

Princípios do Paradigma GQM
A atividade de análise deve ser definida precisa e explicitamente através de um objetivo de medição.
As métricas devem ser derivadas de forma <i>top-down</i> , com base nos objetivos e questões. A estrutura de objetivos e questões não deve ser adaptada a partir de um conjunto pré-existente de métricas.
Cada métrica deve ter uma fundamentação lógica que seja explicitamente documentada, que será utilizada para justificar a coleta de dados e guiar a análise e interpretação dos mesmos
Os dados coletados devem ser interpretados de maneira <i>bottom-up</i> , com atenção ao contexto dos objetivos de medição e às questões.
Aqueles que utilizarão os resultados do programa de medição – e a partir dos quais o “ponto de vista” dos objetivos do plano GQM foi definido – precisam estar ativamente envolvidos na definição e interpretação do programa de medição.

Segundo Solingen, a aplicação do GQM consiste de quatro fases apresentadas na Figura 2.11.

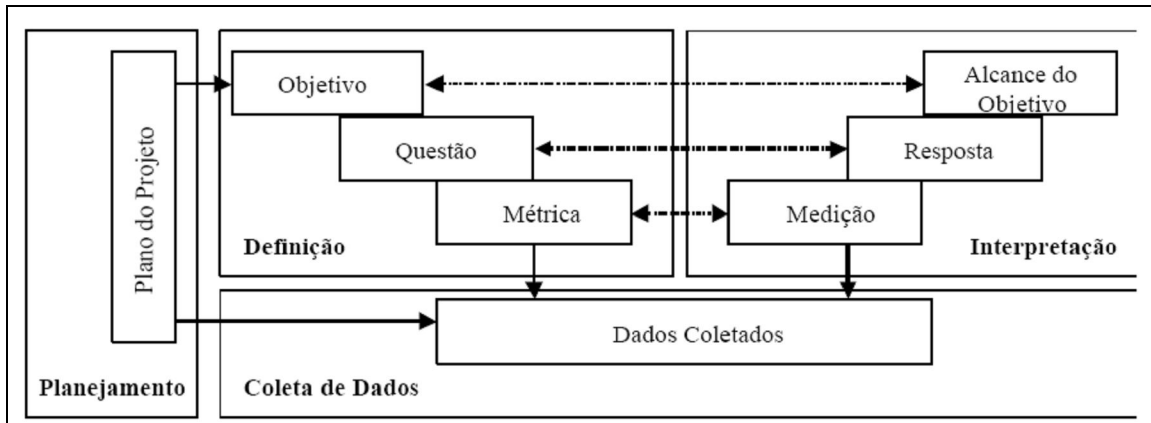


Figura 2.11. Fases do GQM [Solingen e Berghout, 1999].

- Fase de Planejamento: envolve a seleção do que será mensurado e o planejamento do projeto de medição;
- Fase de Definição: define e documenta os objetivos, questões e métricas;
- Fase de Coleta de Dados: realiza a coleta de dados;
- Fase de Interpretação: os dados coletados são analisados para responder às questões e as respostas são usadas para verificar se os objetivos estabelecidos foram alcançados.

Segundo *Solingen*, durante a definição dos objetivos de medição, algumas vezes os objetivos se justificam por estarem relacionados a necessidades da organização. Porém, outras são difíceis de serem selecionados e priorizados. Nestas situações, *Solingen* orienta o pensamento às seguintes questões que podem apoiar a seleção dos objetivos [Solingen e Berghout, 1999]:

- Quais são os objetivos estratégicos da organização?
- Que forças têm impacto nestes objetivos estratégicos?
- Como pode ser melhorado o seu desempenho?
- Quais são os principais problemas?
- Quais são os objetivos de melhoria?
- Como atingir seus objetivos de melhoria?
- Como atingir seus objetivos de melhoria?
- Quais são os possíveis objetivos de melhoria e quais são as prioridades?

Segundo *Rombach*, as vantagens da abordagem GQM são: o suporte à definição operacional dos objetivos; a identificação de métricas úteis e relevantes; o suporte à análise e à interpretação dos dados coletados. A abordagem também permite uma avaliação da validade dos modelos obtidos e conclusões, a partir da documentação explícita do refinamento que é feito até que cada métrica seja definida [Rombach, 1991].

O GQM ajuda, a garantir a adequação, a consistência e a completude do plano de medição. A gestão da complexidade do programa de medição também é apoiada pelo GQM, permitindo uma discussão estruturada sobre medição através da participação da equipe, dessa forma diminui a resistência da equipe de desenvolvimento, [Briand *et al.*, 1996].

2.3.2. PSM E ISO/IEC 15.939

Patrocinado pelo Departamento de Defesa e pelo exército norte-americanos, o *PSM - Practical Software Measurement Project* tem como principal objetivo estabelecer um conjunto de práticas, ferramentas e serviços para auxiliar os gerentes de projetos a obter informações objetivas sobre a gestão dos projetos, para que consigam atingir suas metas de prazo, custo e qualidade. A iniciativa conta também com a participação de instituições do governo, universidades e empresas privadas. A estratégia do projeto é reunir as melhores práticas na área de mensuração em software para compor um processo único, que possa ser utilizado como guia para a implantação de uma política de medição em organizações. Esse processo foi denominado *PSM - Practical Software Measurement*. Dois produtos foram resultados de algumas iniciativas tomadas pelo projeto. O primeiro produto, na forma de um livro contendo as Diretrizes e recomendações técnicas para o processo de mensuração [DoD, 2000]. E o segundo produto, o *PSM Insight*, trata-se de uma ferramenta de apoio ao processo [PSMSC, 2003]. Em 1997 foi publicada a primeira versão do PSM, que atualmente se encontra na quarta versão.

Para o PSM, as atividades de mensuração em software devem possuir duas características [McGarry, 2002a]. A estrutura do PSM é baseada em dois modelos, cada característica possui um modelo apropriado, que é apresentado na Tabela 2.13.

Tabela 2.13. Estrutura do PSM.

Estrutura do PSM	
Características	Modelos
Um alinhamento direto das atividades de coleta, análise e divulgação de dados medidos com as reais necessidades de informação dos responsáveis pela tomada de decisões nos projetos. Podemos observar que os princípios do PSM se assemelham aos do GQM, destacando a importância de se estabelecer inicialmente os objetivos que se pretende atingir com a mensuração;	Um modelo de informação , que determina como as medidas a serem utilizadas devem ser especificadas e estruturadas para atenderem às necessidades de informação;
A existência de um processo de mensuração estruturado e bem documentado, que defina com precisão as atividades de medição.	Um modelo de processo , que especifica como o processo de mensuração deve ser conduzido.

O **modelo de informação** serve para mapear as necessidades de informação em termos dos atributos do produto ou processo que devem ser mensurados. A construção de uma medição deve descrever como os atributos serão quantificados e combinados para formar indicadores que forneçam a base para a tomada de decisões. Na Tabela 2.14 são apresentados os três diferentes níveis de medidas.

Tabela 2.14. Três níveis de medidas.

Níveis de medidas.	
Medidas básicas	Medidas obtidas diretamente da observação das entidades do produto ou processo que está sendo medido, onde atributos dessas entidades são mapeados em valores de uma escala através de um método de medição;
Medidas derivadas	Valores obtidos a partir da aplicação de algoritmos ou funções matemáticas que combinam duas ou mais medidas (que podem ser medidas básicas ou mesmo outras medidas derivadas);
Indicadores	Visão de um conjunto de medidas em um formato (geralmente gráfico ou tabular) voltado para o atendimento de uma ou mais necessidades de informação.

A Figura 2.12 apresenta como esses conceitos são combinados no PSM, formando uma estrutura para a construção das medições.

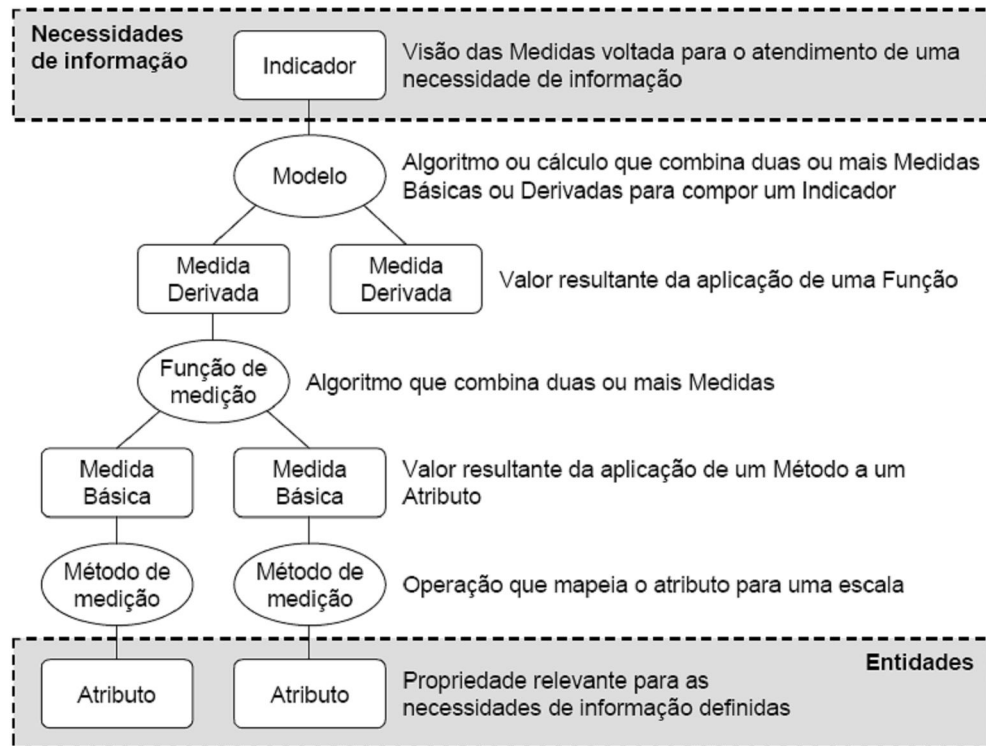


Figura 2.12. Construção de uma medição pelo PSM.

Enquanto o **modelo de informação** fornece uma estrutura para relacionar as necessidades de informação a um conjunto de medidas, o **modelo de processo** apresenta uma estrutura para a implementação da mensuração em um projeto, descrevendo as principais atividades que devem ser realizadas.

O **modelo de processo** é baseado em quatro atividades principais para o sucesso da implementação de qualquer política de medição, como apresentado na Tabela 2.15.

Tabela 2.15. Atividade do modelo de processo.

Atividades do modelo de processo	
Planejar mensuração	Envolve a identificação das necessidades de informação para um projeto e a seleção das medidas mais adequadas para atender a essas necessidades, através da instanciação do modelo de informação. Também inclui a formalização dos procedimentos de coleta, análise e divulgação dos dados, a definição de regras e convenções sobre a condução do processo de medição e o planejamento dos recursos e tecnologias a serem disponibilizados para a mensuração.
Executar mensuração	Consiste na implementação das atividades previstas no plano de mensuração

	durante a execução do projeto, através da coleta e análise das medidas e de sua utilização no apoio à tomada de decisões pelos gestores.
Avaliar mensuração	Consiste em aplicar técnicas de medição e análise para avaliar o próprio processo de mensuração. O objetivo dessa atividade é identificar possibilidades de melhoria nesse processo, para garantir que ele seja continuamente atualizado para suprir novas necessidades de informação, promovendo um crescente amadurecimento da organização quanto à medição.
Estabelecer e sustentar comprometimento	Envolve o fornecimento de recursos e infra-estrutura necessários à implementação e à manutenção do programa de mensuração, garantindo o apoio organizacional ao processo.

A Figura 2.13 exibe como essas atividades são combinadas para formar o modelo de processo do PSM. Pode-se observar como o processo de mensuração interage com os demais processos técnicos e gerenciais da organização.

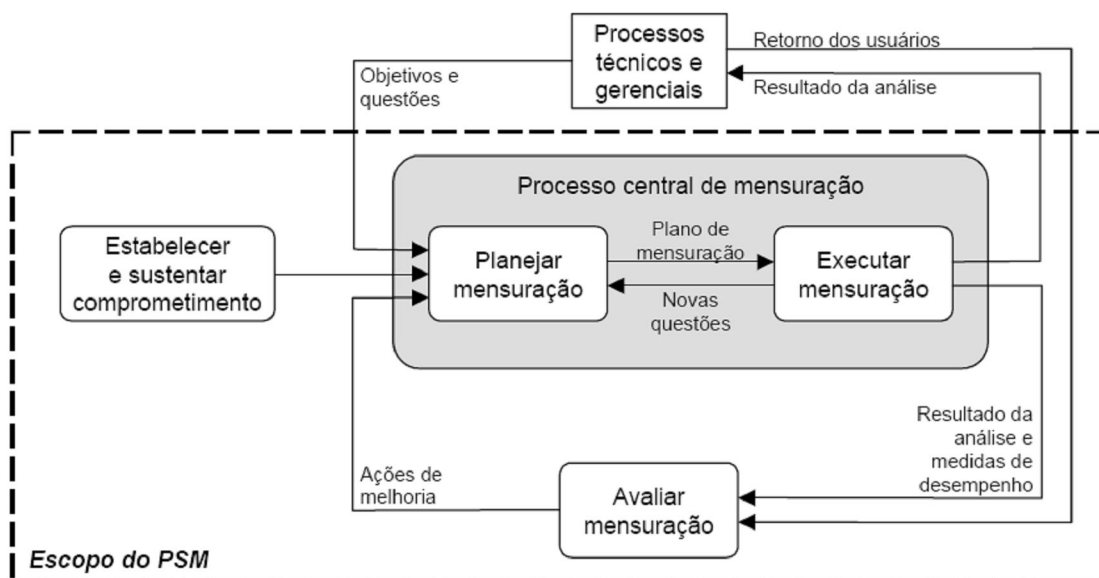


Figura 2.13. Modelo de processo de medição do PSM [McGarry, 2002a]

Fonte [Borges, 2003]

O PSM apresenta 51 sugestões de medidas [DoD, 2000], que foram elaboradas com base na experiência de implantação de programas de medição nas organizações participantes do projeto. A Tabela 2.16 apresenta as áreas cobertas pelas medidas.

Tabela 2.16. Áreas cobertas pelas medidas do PSM.

Áreas cobertas pelas medidas do PSM	
Áreas	Descrição
Cronograma e progresso	Área relacionada ao cumprimento de marcos de projeto e à conclusão de unidades de trabalho nos prazos previstos.
Recursos e custo	Lida com a adequação entre o trabalho a ser executado e os recursos alocados ao projeto.
Tamanho e estabilidade de produtos	Lida com a estabilidade da funcionalidade ou da capacidade requerida do software, e com o volume de software necessário para contemplar essa capacidade.
Qualidade de produtos	Área relacionada à capacidade do software produzido em atender às expectativas dos usuários.
Desempenho de processos	Trata da capacidade do processo em atender às necessidades impostas por cada projeto.
Eficácia de tecnologia	Lida com a viabilidade e adequação das soluções técnicas propostas (arquiteturas, ferramentas e tecnologias), tendo em vista as características de cada projeto.
Satisfação dos clientes	Área relacionada ao grau com que os produtos e serviços oferecidos atendem às expectativas dos clientes.

Apesar das medidas estarem mais direcionadas para o planejamento e controle dos projetos, referente ao nível 2 de maturidade do modelo CMMI. As medidas podem também serem utilizadas como fonte para a construção de uma base de dados históricos que possa dar suporte ao controle quantitativo dos processos e da qualidade, referente ao nível 4 do CMMI [Florac *et al*, 1997].

Em 2001 a ISO – *International Organization for Standardization* utilizou os princípios do PSM para formalizar a Norma ISO/IEC 15939 [ISO15939, 2001], que estabeleceu algumas convenções terminológicas. A Norma ISO 15939:2001 define um processo de medição de software, descrito através de um modelo que especifica as atividades e tarefas necessárias para se identificar, definir, selecionar e melhorar a medição de software dentro da estrutura de um projeto ou organização. Também auxilia a especificar, de forma apropriada, quais são as reais necessidades de medição, como as métricas e a análise devem ser aplicadas e como determinar se os resultados da análise são válidos.

A norma ISO 15939:2001 não possui uma relação de métricas de software e nem fornece métricas para projetos de software [ISO15939, 2001]. Entretanto, a norma identifica um processo que apóia a definição de um conjunto de métricas adequado às necessidades de informação específicas. Fornece também definições para termos de medição que são comumente utilizados na Indústria de Software.

A norma ISO 15939:2001 também pode ser utilizada por fornecedores e adquirentes de software, incluindo os principais papéis envolvidos na realização de tarefas gerenciais, técnicas e de gestão de qualidade, no desenvolvimento, manutenção, integração e suporte de produtos de software, assim como compradores e usuários [ISO15939, 2001]. Exemplos de sua utilização são apresentados na Tabela 2.17.

Tabela 2.17 Exemplos de utilização da Norma.

Exemplos de utilização da norma	
Fornecedor	Implementação de um processo de medição de software objetivando as necessidades de informação específicas de sua organização e de seus projetos.
Adquirente	Avaliar se o processo de medição de software de seu fornecedor está em conformidade com a norma.
Fornecedor e adquirente	Estabelecer um contrato entre as partes para definir critérios das informações de medição de processo e produto.

A norma ISO 15939:2001 possui um conjunto de atividades e tarefas que consistem num processo de medição de software que tem como objetivo atender de forma abrangente as necessidades das organizações e projetos de software, inclusive pode ser customizado. O processo de customização consiste em modificar as descrições não-normativas de tarefas, focando nos objetivos e resultados esperados do processo de medição de software específicos das organizações. Todas as cláusulas normativas devem ser satisfeitas, e podem ser adicionadas novas atividades e tarefas não definidas na norma [ISO15939, 2001].

Nenhuma estrutura organizacional e nem nome, formato ou conteúdo explícito da documentação que deve ser produzida ao longo do processo de medição são prescritos pela norma, cabendo essas decisões exclusivamente aos usuários, de acordo com a cultura e restrições das organizações. O processo de medição deverá ser integrado ao sistema de qualidade da organização.

A norma possui termos e definições, com base no Vocabulário de Termos básicos e Gerais de Metrologia da ISO/IEC, necessários para um bom entendimento da norma. A norma define o objetivo do processo de medição de software como *“coletar, analisar e reportar dados relativos aos produtos desenvolvidos e processos implementados dentro uma unidade organizacional; dar apoio a gerência efetiva dos processos; e demonstrar objetivamente a qualidade dos produtos, em alinhamento com a norma ISO 15504-2:1998”*. Na Tabela 2.18 são apresentados os resultados esperados na implementação bem sucedida do processo de medição.

Tabela 2.18 Resultados esperados da implementação do processo de medição.

Resultados esperados da implementação do processo de medição
Compromisso organizacional para medição estabelecido e mantido;
As necessidades de informação dos processos técnicos e gerenciais identificadas;
Um conjunto apropriado de métricas, guiado pelas necessidades de informação, identificado ou desenvolvido;
As atividades de medição identificadas;
O planejamento das atividades de medição identificadas;
Os dados necessários coletados, armazenados, analisados e com os seus resultados interpretados;
Os produtos de informação utilizados para dar suporte à decisão e para fornecer base objetiva para comunicação;
As métricas e o processo de medição avaliado;
Melhorias comunicadas ao responsável pelo processo de medição.

Como já citado, a norma define as atividades e tarefas necessárias para implementar um processo de medição de software. Define que uma **atividade** é um conjunto de tarefas relacionadas que contribuem para se alcançar os objetivos e os resultados esperados do processo de medição. Define também que uma **tarefa** é um segmento de trabalho bem definido. As atividades são compostas de uma ou mais tarefas. A norma descreve um conjunto detalhado de tarefas para cada atividade, porém não especifica os detalhes de **como** devem ser implementadas. A norma mantém a especificação de atividades definida pela ISO 12207:1995, mas os critérios de entrada e saída para cada atividade não são definidos.

A Figura 2.14 apresenta o modelo de processo de medição da norma que consiste de quatro atividades. As atividades são seqüenciadas em um ciclo iterativo, que propicia

feedback e melhoria contínua do processo de medição. Tal modelo de processo de medição, entre outros já apresentados nesse trabalho, é também uma adaptação do modelo utilizado como base para processos de melhoria de qualidade, o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) [Campos, 1999].

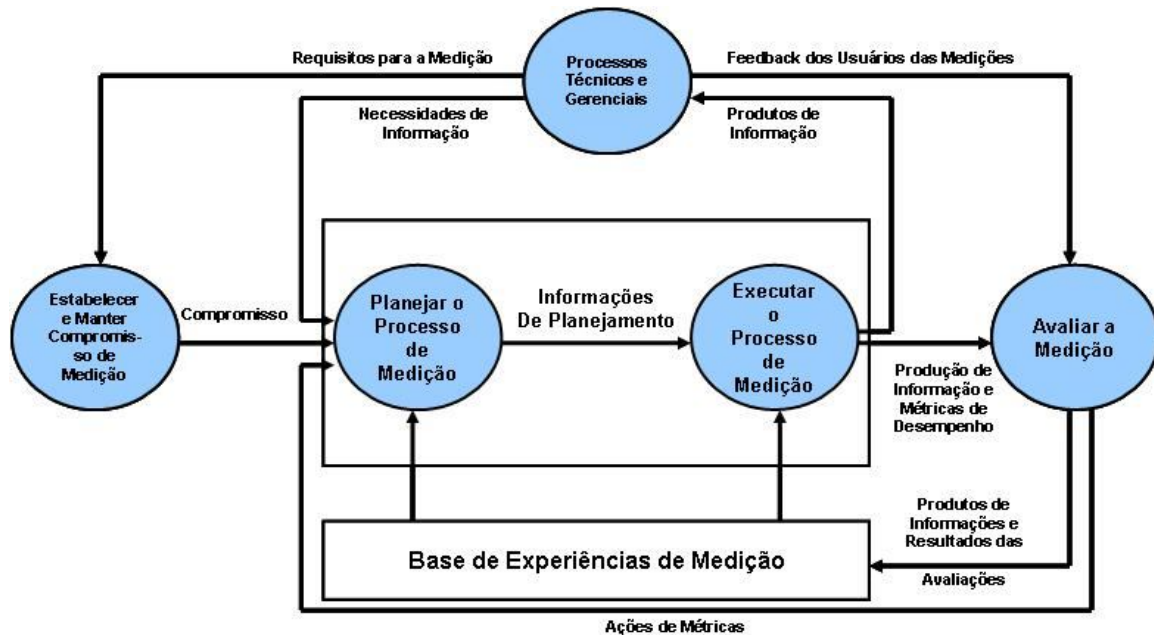


Figura 2.14. Modelo de Informação da ISO/IEC 15939.

A norma não inclui descrição de processos técnicos e gerenciais, tais processos podem ser encontrados na ISO/IEC 12207 [ISO12207, 2002]. Entretanto, quando se implementa a norma, devem ser levadas em consideração as interfaces das atividades do processo de medição com esses processos.

No modelo definido, duas atividades são consideradas como núcleo do processo de medição: **Planejar o Processo de Medição** e **Executar o Processo de Medição**, direcionadas aos objetivos principais dos usuários da medição. As outras duas atividades, **Estabelecer e Manter Compromisso de Medição**, e **Avaliar a Medição** fornecem a base para esse núcleo e fornecem o feedback necessário ao núcleo; são atividades que orientam os objetivos do responsável pelo processo de medição. A Figura 3.9 mostra que esse núcleo do processo de medição é guiado pelas *necessidades de informação* da organização. Para cada necessidade de informação é produzido um *produto de informação* pelo núcleo do processo para satisfazer a necessidade de informação. O

produto de informação é comunicado aos usuários da organização, servindo como base para tomada de decisão.

Para a atividade de avaliação incluída no modelo de processo, são considerados de extrema importância, como componentes do processo, a própria avaliação e o *feedback*, pois levam à melhoria do processo de medição e das métricas. A qualidade do processo de medição e de seus resultados deverá ser avaliada, se possível de forma quantitativa, dessa forma ficará visível qual o impacto que as métricas trazem à organização. Esse ciclo inclui uma **Base de Experiências de Medição**, que é destinada a recuperar **produtos de informação** dos ciclos de iteração anteriores, as avaliações desses produtos e as avaliações prévias do processo de medição. Os artefatos do modelo como **produtos de informação, dados históricos, lições aprendidas, etc.**, armazenados poderão ser reutilizados em interações futuras do processo de medição.

2.4. MODELOS DE QUALIDADE

Nesta seção, damos maior ênfase para os principais Modelos de Qualidade de Software, como o CMMI-DEV criado pelo *SEI - Software Engineering Institute* na versão 1.2 lançado em 2006 e o MPS.BR – Melhoria de Processo de Software Brasileiro na versão 1.2 lançado em junho de 2007 criado pela *SOFTEX - Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro* com o apoio do MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos e do BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento.

2.4.1. CMMI – CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION

O CMMI foi criado pelo *SEI - Software Engineering Institute*, trata-se de um guia composto por um conjunto de modelos de referência que provê orientação para melhorar os processos organizacionais e a habilidade para gerenciar o desenvolvimento, aquisição e manutenção de produtos ou serviços [SEI, 2006]. Provê também abordagens estruturadas com o intuito de ajudar uma organização a avaliar sua maturidade organizacional e a capacidade de áreas de processo, estabelecer as prioridades de melhoria e implementar as melhorias no processo. O CMMI-DEV 1.2 é uma continuação

e atualização do CMMI-DEV 1.1 e sua compreensão foi facilitada pelo uso do conceito de “constelações” do CMMI onde um conjunto de componentes do núcleo pode ser aumentado por material adicional para fornecer modelos características da aplicação com conteúdo altamente comum [SEI, 2006].

O CMMI originou-se do CMM (*Capability Maturity Model*) também criado pelo SEI, e incorporou elementos de outros modelos como o padrão ISO 15504. O CMM foi concebido como um modelo de maturidade, publicado no início da década de noventa para ser um guia de melhoria de processo liderado por *Humphrey* e que mais tarde sofreria evoluções por *Paulk* [Humphrey, 1989] [Paulk *et al.*, 1993]. O objetivo inicial era criar padrões de processos para os fornecedores do Departamento de Defesa norte-americano. O principal conceito da proposta inicial foi estabelecer *níveis de maturidade*, que determinassem metas incrementais de melhoria [Humphrey, 1989]. Esse conceito já conhecido nos trabalhos do autor *Phillip Crosby* da área de qualidade de processos para indústria em geral [Crosby, 1979 citado por [Humphrey, 1989]].

No início o CMM foi criado para processos de engenharia de software, denominado como SW-CMM. Entretanto, a indústria de componentes de software e hardware integrados num mesmo produto motivou a criação de modelos derivado como: i) SE-CMM para engenharia de sistemas que prevê sistemas compostos por componentes de hardware e software; ii) IPD-CMM para o desenvolvimento de produtos integrados que pode incluir a integração de produtos, além de componentes de hardware e software. A alta utilização dos modelos CMM motivou pesquisas de como mantê-los compatíveis e integrados, dissipando algumas divergências.

O principal objetivo da criação do CMMI foi integrar os modelos CMM criados para diferentes áreas de aplicações. A Figura 2.15 apresenta de forma ilustrativa o histórico da evolução do CMM e a atual versão do CMMI. Atualmente o CMMI possui mais dois novos componentes no modelo: um determinado para aquisições (CMMI-ACQ) e um determinado para serviços (CMMI-SVC) [SEI, 2007]. Estes modelos podem ser utilizados de forma distinta de acordo com a necessidade da organização.

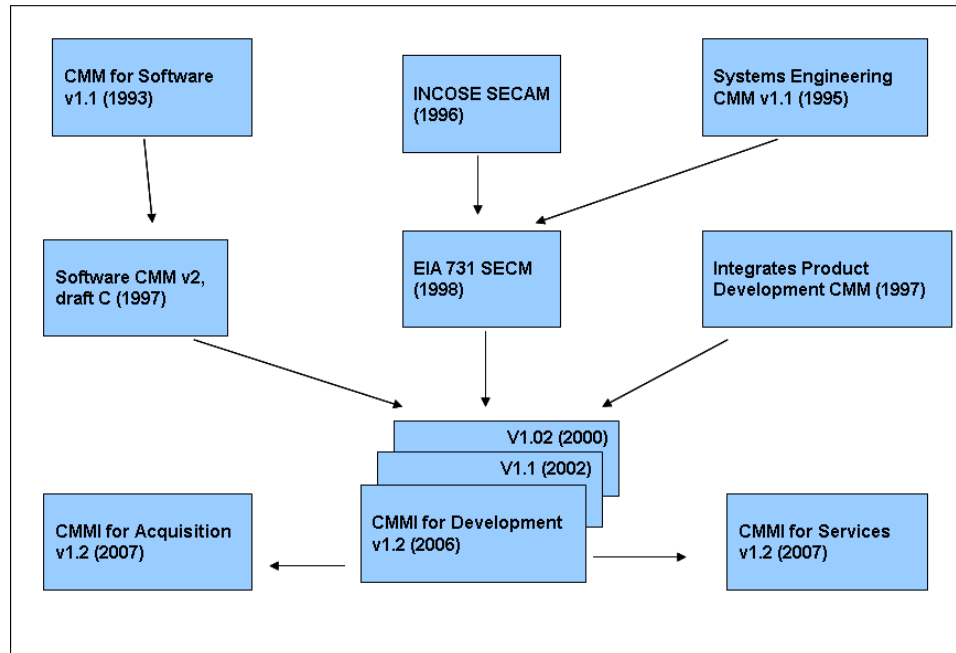


Figura 2.15. Histórico dos modelos CMMs. [SEI, 2006].

Os modelos que compõem o CMMI são um conjunto de requisitos e guias que ajudam a organização a estruturar seus processos. Por natureza, esses modelos priorizam a definição de *O que* deve ser feito, mas não de *Como* deve ser feito. São disponibilizados para uso sob duas representações que implicam na escolha de estratégias distintas para a iniciativa de melhoria:

- **Representação em Estágios:** estruturada em níveis pré-definidos de maturidade organizacional conforme a Figura 2.16. Cada nível de maturidade define um conjunto de áreas de processos com determinadas metas que devem ser atendidas. Iniciativas de melhoria com base nesse modelo pressupõem a evolução total da capacidade dos processos da organização conforme a ordem pré-definida no modelo.

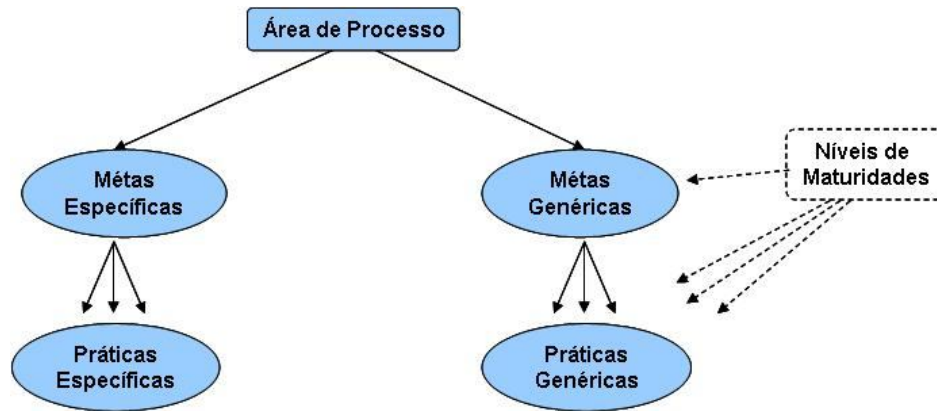


Figura 2.16. Representação em Estágios.

- **Representação *Contínua*:** estruturada em níveis pré-definidos de capacidade, para cada área de processo distinta. Iniciativas de melhoria com base nesse modelo permitem a flexibilidade para que a evolução possa ser feita em certas áreas de processo apenas, sem ordem pré-estabelecida, conforme priorizado pela organização. A proposta de representação *contínua* é possivelmente a maior diferença do CMMI em relação ao seu antecessor, o CMM, que previa apenas a representação em estágios. As definições dos níveis de maturidade são idênticas entre os modelos CMMI e CMM, e são apresentadas na Figura 2.17.

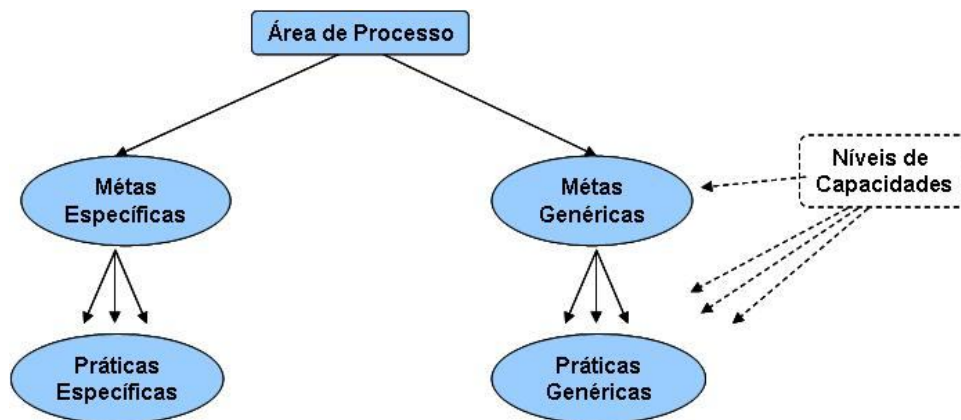


Figura 2.17. Representação Contínua.

Os níveis de capacidades e suas descrições são apresentados na Tabela 2.19.

Tabela 2.19. Níveis de capacidade.

Nível de Capacidade	Descrição
0 – Incompleto	Indica que um determinado processo não é realizado ou é realizado parcialmente.
1 – Realizado	Indica que um determinado processo é completamente realizado.
2 – Gerenciado	Indica que um processo é planejado e realizado com base num plano.
3 – Definido	Indica que um processo é planejado e executado por todas as áreas da organização sob as mesmas especificações de processo.
4 - Quantitativamente gerenciado	Indica que um processo é definido e monitorado estatisticamente ou por outros métodos quantitativos.
5 - Otimizado	Indica que um processo definido e monitorado estatisticamente é continuamente adaptado visando atingir objetivos relevantes do negócio.

Embora o modelo CMMI utilizado na representação *Contínua* seja mais flexível para adequação às necessidades específicas das organizações, a representação em *Estágios* é muito mais utilizada. Existem dois motivos principais que justificam essa utilização: primeiro porque a representação em *Estágios* foi herdada do antigo modelo CMM, por já ter sido testado na indústria de software e por isso, apresenta-se como uma estratégia mais segura a ser seguida. O segundo motivo, é que a representação em *Estágios* permite uma avaliação oficial reconhecida pelo *SEI* que estabelece o nível de maturidade do processo da organização. A avaliação oficial foi desde o início é um dos principais objetivos do CMM, para ser um fator de qualificação de fornecedores de produtos e serviços de software [Humphrey, 1989]. Os componentes do CMMI são apresentados na Figura 2.18.

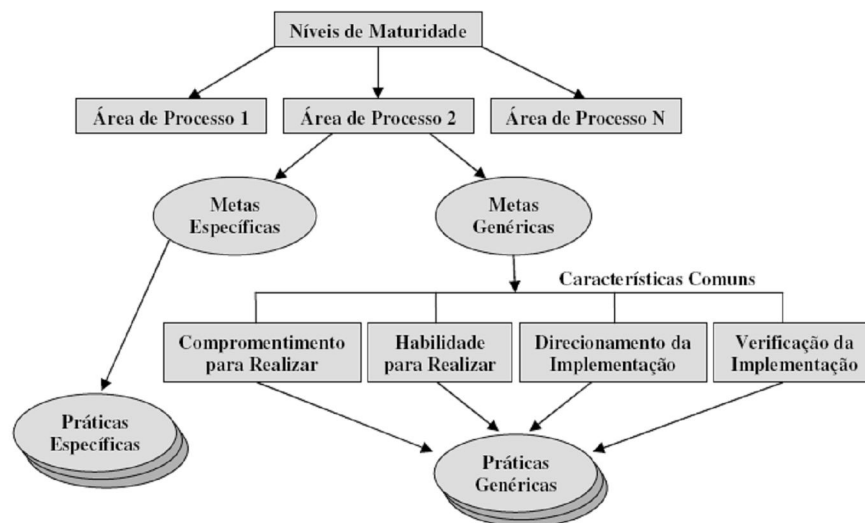


Figura 2.18. Componentes de um Modelo CMMI [SEI, 2006]

A seguir é apresentada uma breve descrição sobre os componentes ilustrados na Figura 2.18:

- **Nível de maturidade:** Define o nível evolutivo de melhoria de processo. Provê uma forma de predizer o desempenho de uma organização em uma dada disciplina ou conjunto de disciplinas.
- **Área de processo:** É um conjunto de práticas relacionadas em uma dada área que, quando desempenhadas coletivamente, satisfazem um conjunto de metas consideradas importantes para uma melhoria significativa nesta área. Na prática as áreas de processo são formas de organizar disciplinas e atividades fundamentais para o desenvolvimento de software.
- **Metas específicas:** São características que descrevem o que deve ser implementado para satisfazer certa área de processo e por isso são usadas nas avaliações da respectiva área de processos.
- **Prática específica:** Atividade considerada importante para atender uma meta específica de certa área de processo.
- **Características comuns:** São componentes do modelo que organizam as práticas genéricas de cada área de processo e não são avaliados. São elas: comprometimento no realizar, habilidade de realizar, direcionamento de implementação e verificação de implementação.
- **Metas genéricas:** São assim chamadas porque aparecem em múltiplas áreas de processos. *Atingir* uma meta genérica numa área de processo significa que seu controle foi melhorado em planejar e implementar processos associados àquela área. Indica se um processo é eficaz, repetível e duradouro.
- **Práticas genéricas:** Provêm institucionalização a fim de certificar que os processos associados a uma área de processo serão efetivos, repetíveis e duradouros.

A Tabela 2.20 apresenta os níveis de maturidade e as áreas de processo do CMMI nessa versão do modelo.

Tabela 2.20. Níveis de Maturidade do CMMI versão 1.2 [SEI, 2006].

Nível	Focos	Área de Processo
5 Otimização	Foco na melhoria de processo	Inovação e Melhoria Organizacional Análise de Causa e Resolução
4 Gerenciado quantitativamente	Processo medido e controlado	Desempenho do Processo Organizacional Gerência Quantitativa de Projeto
3 Definido	Processo caracterizado para a organização e proativo	Desenvolvimento de Requisitos Solução Técnicas Integração de Produto Validação Verificação Foco no Processo Organizacional Definição do Processo Organizacional Treinamento Organizacional Gerência de Riscos Análise de Decisão e Resolução Gerência Integrada de Projetos para Desenvolvimento Integrado de Produto e Processo
2 Gerenciado	Processo caracterizado por projetos e freqüentemente reativo	Gerência de Requisitos Planejamento de Projetos Acompanhamento e Controle de Projeto Gerência de Configuração Medição e Análise Garantia da Qualidade de Processo e Produto Gerência de Acordos com Fornecedores
1 Inicial	Processo imprevisível e pobremente controlado e reativo	

2.4.2. MPS.BR – MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE BRASILEIRO

Em dezembro de 2003, com o apoio do MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia, da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos e do BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento, a SOFTEX - Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro criou e vem aprimorando o programa MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro, que tem como um de seus objetivos, atender a micro, pequenas e médias empresas de software brasileiras, com poucos recursos e que necessitam obter melhorias significativas nos seus processos de software [Softex, 2007].

Segundo *Kival Weber*, Coordenador Executivo do Programa MPS.BR, o programa MPS foi definido de modo a prover um modelo de referência evolutivo, a exemplo dos modelos CMMI e ISO/IEC 15504, dessa forma possibilita que as organizações que adotem o MPS.BR possam desenvolver um plano de desenvolvimento

de longo prazo [Weber *et al.*, 2005]. Apresenta uma maior granularidade no escalonamento de níveis de maturidade iniciais, permitindo uma estratégia de implementação e evolução mais adequada às condições do mercado brasileiro. Além disso, o MPS.BR é plenamente aderente e compatível com os modelos/normas: ISO/IEC 15504, NBR ISO/IEC 12207, e CMMI. O grande diferencial dos demais modelos é o MN-MPS Modelo de Negócio do MPS.BR que incorpora tanto os princípios utilizados pelo *SEI - Software Engineering Institute* para a avaliação de organizações conforme o modelo CMMI, quanto os princípios recomendados pela *ISO - International Organization for Standardization* para as avaliações de conformidade de terceira parte. Existem duas estratégias de implantação, uma para empresas específicas, outra para grupos de empresas cooperadas – estratégia esta que facilita sobremaneira sua utilização por empresas de pequeno porte, por dividir os custos e dispor de linhas de financiamento [Weber *et al.*, 2005].

O modelo MPS.BR possui duas estruturas de apoio na Coordenação para o desenvolvimento de suas atividades: o Fórum de Credenciamento e Controle (FCC-MPS.BR) e a Equipe Técnica do Modelo (ETM-MPS.BR). Através destas estruturas representantes de Universidades, Instituições Governamentais, Centros de Pesquisa e de organizações privadas, participam e contribuem com suas visões complementares que agregam qualidade ao modelo MPS.BR. [Softex, 2007].

O FCC-MPS.BR faz o credenciamento das Instituições que podem atuar como II - Instituições Implementadoras e IA - Instituições Avaliadoras do Modelo. A ETM-MPS.BR trata dos aspectos técnicos e relacionados ao Modelo de Referência MR-MPS e ao Método de Avaliação MA-MPS, tais como concepção e evolução do modelo, elaboração e atualização dos Guias, entre outros.

O modelo MPS é totalmente aderente às normas ISO/IEC 12207 [ISO12207, 1998] e ISO/IEC 15504 [ISO15504-5, 2006], bem como é compatível e cobre todo o conteúdo do CMMI-DEV [SEI, 2007]. O MPS.BR possui três componentes: Modelo de Referência (MR-MPS), Método de Avaliação (MA-MPS) e Modelo de Negócio (MN-MPS). Cada um deles possui documentos e guias específicos. Ainda possui um Guia de Aquisição, orientado às organizações que adquirem software e serviços correlatos, como apresentado na Figura 2.19 [Softex, 2007].

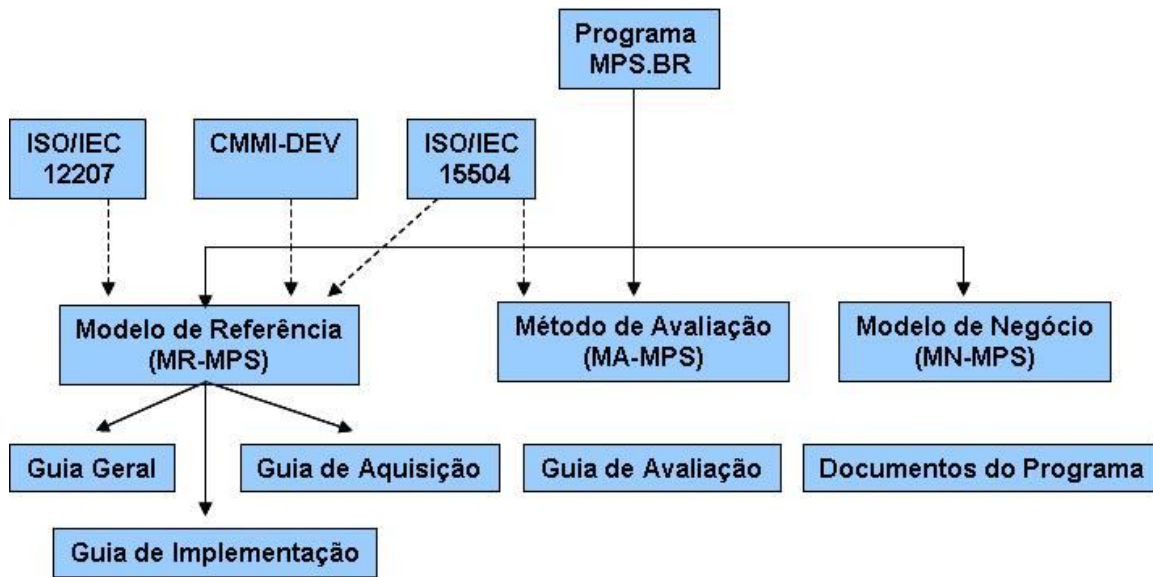


Figura 2.19. Estrutura do MPS.BR. [Softex, 2007]

O Modelo de Referência MR-MPS define uma estrutura que combina os conceitos de “maturidade” de uma organização, definidos pelo CMMI, com o de “capacidade de processo”, estabelecidos pela ISO/IEC 15504. No MR-MPS, níveis de maturidade “são uma combinação entre processos e capacidade de processos”, conforme a estrutura apresentada na Figura 2.20 [Softex, 2007].

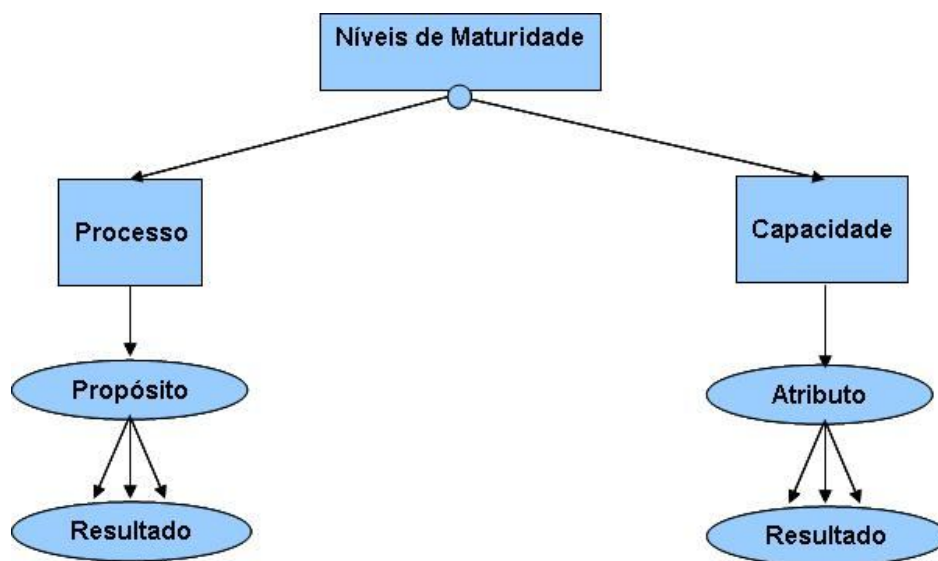


Figura 2.20. Estrutura do Modelo de Referência MR-MPS.

No MR-MPS, a definição dos processos segue os requisitos para um modelo de referência de processo contida na norma ISO/IEC 15504-2, declarando o propósito e seus resultados esperados na sua execução [Softex, 2007]

Os níveis de maturidade estabelecem uma forma de prever o desempenho futuro dos processos da organização. Um nível de maturidade é um patamar definido de evolução de processos. A dimensão de capacidade é um conjunto de atributos de um processo que estabelece o grau de refinamento e institucionalização com que o processo é executado na organização. À medida que evolui nos níveis, um maior ganho de capacidade para desempenhar o processo é atingido pela organização.

A capacidade do processo é representada por um conjunto de atributos de processo descrito em termos de resultados esperados. O atendimento aos Atributos do Processo (AP), pelo atendimento aos Resultados esperados dos Atributos do Processo (RAP) é requerido para todos os processos no nível correspondente ao nível de maturidade. A capacidade do processo no MPS possui nove (9) atributos de processos (AP) que são: AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 e AP 5.2. Cada AP está detalhado em termos de resultados esperados do atributo de processo (RAP) para alcance completo do atributo de processo, apresentados na Tabela 2.21.

Tabela 2.21. Atributos de Processos com Resultados de Atributos de Processo.

Atributo de Processo	Descrição	Resultado de Atributo de Processo
AP 1.1 O processo é executado	Este atributo é uma medida do quanto o processo atinge o seu propósito	RAP 1. O processo atinge seus resultados definidos.
AP 2.1 O processo é gerenciado	Este atributo é uma medida do quanto a execução do processo é gerenciada.	RAP 2. Existe uma política organizacional estabelecida e mantida para o processo; RAP 3. A execução do processo é planejada; RAP 4 (para o Nível G). A execução do processo é monitorada e ajustes são realizadas para atender aos planos; RAP 4 (a partir do Nível F). Medidas são planejadas e coletadas para monitoração da execução do processo; RAP 4. Os recursos necessários para a execução do processo são identificados e disponibilizados; RAP 6. As pessoas que executam o processo são competentes em termos de formação, treinamento e experiência; RAP 7. A comunicação entre as partes interessadas

		no processo é gerenciada de forma a garantir o seu envolvimento no projeto; RAP 8. Métodos adequados para monitorar a eficácia e adequação do processo são determinados. RAP . (a partir do Nível F). A aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente e são tratadas as não conformidades.
AP 2.2 Os produtos de trabalho do processo são gerenciados	Este atributo é uma medida do quanto os produtos de trabalho produzidos pelo processo são gerenciados apropriadamente	RAP 10. Requisitos para documentação dos produtos de trabalho são estabelecidos; RAP 11. Os produtos de trabalho são documentados e colocados em níveis apropriados de controle; RAP 12. Os produtos de trabalho são avaliados objetivamente com relação aos padrões, procedimentos e requisitos aplicáveis e são tratados as não conformidades.
AP 3.1 O processo é definido	Este atributo é uma medida do quanto um processo padrão é mantido para apoiar a implementação do processo definido.	RAP 13. Um processo padrão é definido, incluindo diretrizes para sua adaptação para o processo definido; RAP 14. A sequência e interação do processo padrão com outros processos são determinadas.
AP 3.2 O processo está implementado	Este atributo é uma medida do quanto o processo padrão é efetivamente implementado como um processo definido para atingir seus resultados.	RAP 15. Dados apropriados são coletados e analisados, constituindo uma base para o entendimento do comportamento do processo, para demonstrar a adequação e a eficácia do processo, e avaliar onde pode ser feita a melhoria contínua do processo.
AP 4.1 O processo é medido	Este atributo é uma medida do quanto os resultados de medição são usados para assegurar que o desempenho do processo apóia o alcance dos objetivos de desempenho relevantes como apoio aos objetivos de negócio definidos.	RAP 16. As necessidades de informação requeridas para apoiar objetivos de negócio relevantes da organização e dos projetos são identificadas; RAP 17. A partir do conjunto de processos padrão da organização e/ou elementos do processo que serão objeto de análise de desempenho; RAP 18. Objetivos de medição do processo e/ou sub-processo são derivados das necessidades de informação; RAP 19. Objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho dos processos e/ou sub-processos são derivados das necessidades de informação; RAP 20. Medidas e a frequência de realização das medições são identificadas e definidas de acordo com os objetivos de medição do processo/sub-processo e os objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo; RAP 21. Resultados das medições são coletados, analisados e reportados para monitorar o atendimento dos objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo/sub-processo;
AP 4.2 O processo é controlado	Este atributo é uma medida do quanto o processo é controlado estatisticamente para produzir um processo	RAP 23. Técnicas de análise e de controle de desempenho são identificadas e aplicadas quando necessário; RAP 24. Limites de controle de variação são estabelecidos para o desempenho normal do

	estável, capaz e previsível dentro de limites estabelecidos.	processo; RAP 25. Dados de medição são analisados com relação a causas especiais de variação; RAP 26. Ações corretivas são realizadas para tratar causas especiais de variação; RAP 27. Limites de controle são redefinidos, quando necessário, seguindo as ações corretivas. RAP 28. Modelos de desempenho do processo são estabelecidos e mantidos.
AP 5.1 O processo é objeto de inovações	Este atributo é uma medida do quanto as mudanças no processo são identificadas a partir da análise de causas comuns de variação do desempenho e da investigação de enfoques inovadores para a definição e implementação do processo	RAP 29. Objetivos de melhoria do processo são definidos de forma a apoiar os objetivos de negócio relevantes; RAP 30. Dados adequados são analisados para identificar causas comuns de variação no desempenho do processo; RAP 31. Dados adequados são analisados para identificar oportunidades para aplicar melhores práticas e inovações; RAP 32. Oportunidades de melhoria derivadas de novas tecnologias e conceitos de processo são identificados; RAP 33. Uma estratégia de implementação é estabelecida para alcançar os objetivos de melhoria do processo.
AP 5.2 O processo é otimizado continuamente	Este atributo é uma medida do quanto as mudanças na definição, gerência e desempenho do processo têm impacto efetivo para o alcance dos objetivos relevantes de melhoria do processo.	RAP 34. O impacto de todas as mudanças propostas é avaliado com relação aos objetivos do processo definido e do processo padrão; RAP 35. A implementação de todas as mudanças acordadas é gerenciada para assegurar que qualquer alteração no desempenho do processo seja entendida e sejam tomadas as ações pertinentes; RAP 36. A efetividade das mudanças, levando em conta o seu desempenho resultante, é avaliada com relação aos requisitos do produto e objetivos do processo, para determinar se os resultados são devidos a causas comuns ou a causas especiais.

Para cada um dos “níveis de maturidade” são estabelecidos processos que devem ser contemplados pela organização com a respectiva capacidade de processo, definida em termos de AP. Em seu caráter evolutivo, o modelo é cumulativo, ou seja, a fim de atender aos requisitos de um dado nível, a organização deve também atender às exigências de todos os níveis predecessores para os processos relacionados. Não se pode esquecer que o Nível G é considerado o nível inicial. A Tabela 2.22 apresenta os “níveis de maturidade” com suas denominações, os processos a eles associados e seus atributos de processo.

Tabela 2.22. Níveis de Maturidade do MPS.BR.

Nível	Processos	Atributos de Processo
A	Análise de Causas de Problemas e Resolução - ACP	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2, AP 5.1 e AP 5.2
B	Gerência de Projetos – GPR (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2, AP 4.1, AP 4.2
C	Gerência de Riscos – GRI	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2
	Desenvolvimento para Reutilização – DRU	
	Análise de Decisão e Resolução – ADR	
	Gerência de Reutilização – GRU (evolução)	
D	Verificação - VER	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2
	Validação – VAL	
	Projeto e Construção do Produto – PCP	
	Integração do Produto – ITP	
	Desenvolvimento de Requisito – DRE	
E	Gerência de Projetos – GPR (evolução)	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2, AP 3.1, AP 3.2
	Gerência de Reutilização – GRU	
	Gerência de Recursos Humanos – GRH	
	Definição do Processo Organizacional – DFP	
	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional – AMP	
F	Medição – MED	AP 1.1, AP 2.1, AP 2.2
	Garantia da Qualidade - GQA	
	Gerência de Configuração – GCO	
	Aquisição – AQU	
G	Gerência de Requisitos – GRE	AP 1.1, AP 2.1
	Gerência de Projetos - GPR	

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentado o “Estado da Arte” considerado para melhoria de processo de software. Primeiramente, foram apresentadas diversas definições sobre Processo de Software e que se considera como arcabouço principal para um processo. Em seguida, foram abordadas as primeiras iniciativas para melhoria de processo de software, como PDCA, QIP, IDEAL e DMAIC. A origem da Medição de Processo de Software através do GQM, PSM e a norma ISO/IEC 15.939. Por fim, foram apresentados os Modelos de Qualidade de Software CMMI e MPS.BR, ambos iniciativas para melhoria de processo de software.

Capítulo 3

ROI - Return on Investment

Neste capítulo foram selecionadas as principais disciplinas que serviram como base para direcionar o entendimento sobre ROI. Em primeiro lugar, vamos contextualizar o ROI junto com outros Indicadores Econômicos. Em segundo lugar, vamos conhecer a Metodologia ROI, que se originou das metodologias de ROI para Treinamento. Entender a importância do Retorno de Investimento focado em Melhoria de Processo de Software. O conjunto dessas disciplinas serve como base de conhecimento para a utilização do *FROISPI*. Em seguida, são apresentadas as características de cada disciplina e por último as considerações finais desse capítulo.

3.1. CONTEXTUALIZANDO O ROI

Quando se propõe uma análise de investimentos, as primeiras perguntas que surgem são: Quanto custará o investimento? Quanto tempo será necessário para recuperar o investimento realizado? Os analistas contábeis e/ou financeiros têm sido papéis importantíssimos nas decisões que consideram os investimentos em TI [Anandarajan e Wen, 1999], na busca de respostas em termos de quantias financeiras, isto porque eles têm a cultura puramente focada na análise de custo benefício, medidos em valores monetários.

Kuhnen [Kuhnen, 1996] afirma que o estudo da melhor alternativa financeira para um projeto é a utilização, de forma metodologicamente científica, de um conjunto de técnicas que permitem a comparação com os resultados de tomada de decisões referentes a alternativas diferentes de investimentos.

Segundo *Hirschfeld* [Hirschfeld, 1998], a priorização de investimento pode ser compreendida quando se realiza um investimento em um bem, em uma aplicação financeira ou em um empreendimento, e geralmente é realizada quando se analisa o recebimento, ou devolução, de uma quantia de dinheiro, em relação à investida, que corresponde a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), também chamada de expectativa ou equivalência. Ou seja, a TMA é representada pelo índice de percentual que o investimento oferece como retorno.

Segundo Clemente, a TMA deve representar o **custo de oportunidade** do capital para a empresa [Clemente, 1998]. O custo de oportunidade representa a opção de investir em uma alternativa de investimento em detrimento às demais opções existentes, utilizando critério de opção pela alternativa que gerará o maior retorno. É a taxa de juros que deixa de ser obtida na melhor aplicação alternativa quando há emprego de capital próprio, ou é a menor taxa de juros obtida quando recursos de terceiros são aplicados.

3.1.1. CONCEITOS DE INDICADORES ECONÔMICOS

A seguir são apresentados os conceitos dos indicadores econômicos e suas características, as vantagens e desvantagens individuais de cada um.

a. FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa representa simplesmente as entradas e saídas de valores ao longo do tempo. Segundo Assaf [Assaf, 2000], toda operação financeira é representada em termos de fluxos de caixa, ou seja, em fluxos futuros esperados de recebimentos e pagamentos de caixa.

Os métodos quantitativos de análise de econômica tradicionais são aplicados com base em fluxos operacionais líquidos de caixa e seu dimensionamento é considerado como o aspecto mais importante da decisão. Os fluxos de caixa representam os investimentos e saídas de caixa e a demonstração das futuras entradas de caixa, receitas e possíveis saldos residuais dentro de um determinado período. Segundo Pereira [Pereira *et al*, 2005], a grande dificuldade, contudo é de se conseguir mensurar com maior precisão os valores a serem demonstrados nesse fluxo. Os resultados a serem obtidos dependem dessa precisão, influenciando diretamente a tomada de decisão. Uma vez dimensionado o fluxo de caixa do projeto, podemos então, aplicar as ferramentas disponíveis para a análise do investimento.

A Figura 3.1 apresenta um fluxo de caixa, no qual o tempo é representado pela linha horizontal. Os períodos de tempo n podem ser divididos conforme a extensão total da operação. Normalmente a divisão é considerada em anos, mas esses intervalos podem variar conforme as características do projeto.

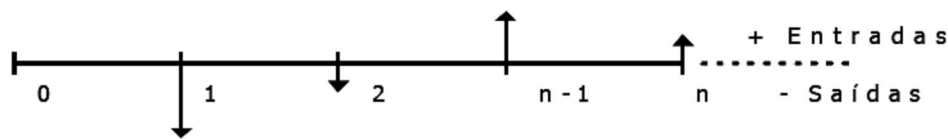


Figura 3.1. Representação de Fluxo de caixa. Fonte: [Neves, 2005].

A Figura 3.2 apresenta de forma visual os conceitos relacionados ao fluxo de caixa. Quando se parte do início até o final do projeto na escala de tempo, existe a capitalização (aporte de recursos); o procedimento inverso é denominado de desconto. Com isto, quanto mais distante da origem do recurso estiver a receita, menor será o seu **valor presente**, dado o efeito do tempo e da taxa de desconto aplicada no cálculo.

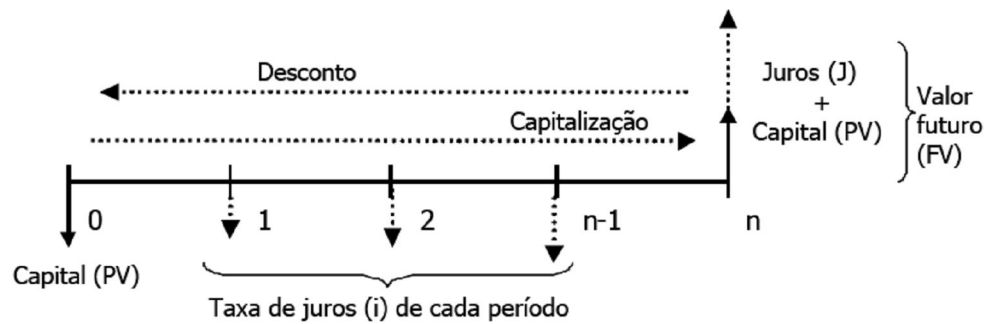


Figura 3.2. Fluxo de caixa e o valor do dinheiro no tempo. Fonte: [Neves, 2005].

O capital ou investimento empregado na realização de um projeto somado aos juros ocorridos durante o tempo resulta no valor futuro, esses cálculos são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 Equações para o valor do dinheiro no tempo.

Equações para o valor do dinheiro no tempo	
Equação 1	$FV = PV.(1 + i)^n$
Equação 2	$J = PV.[(1 + i)^n - 1]$
onde: FV = Valor futuro PV = Valor presente i = Taxa de juros expressa em período de tempo, geralmente ao ano (a.a.) n = Número de períodos de tempo J = Juros do período ou remuneração do capital.	

As vantagens da utilização do fluxo de caixa são: representa de forma clara o investimento realizado, o tempo de operação integral, o efeito do tempo nas despesas e receitas, ou seja, o período em que a empresa deverá arcar com os deveres e usufruir os direitos advindos do empreendimento; Analisa de forma simples o comportamento da empresa ao longo do tempo quanto ao desempenho econômico, ou seja, indica por quanto tempo haverá déficit ou superávit. Por outro lado, a desvantagem existe quando o valor monetário está muito distante da origem e em processo de atualização, ou seja, ao refazer os cálculos o valor presente será bem baixo. Este valor será dependente da taxa de desconto que influenciará o resultado final.

b. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL).

O VPL representa a somatória das entradas e saídas líquidas atualizadas de um fluxo de caixa em uma referida data, geralmente aquela em que foram realizados os investimentos iniciais. Segundo *Weston* [Weston e Brigham, 2000], a taxa de desconto mede o custo de capital que pode ser avaliado por diversas técnicas. O custo do capital pode ser representado pela taxa de juros que as empresas usam para calcular, descontando ou compondo, o valor do dinheiro no tempo. Diversos autores, inclusive *Stermole* [Stermole, 1984], utilizam a denominação para o VPL como um método, enquanto outros autores preferem o uso de medidas de rentabilidade. Segundo *Vieira Sobrinho* [Vieira Sobrinho, 2000], o VPL é uma técnica de análise de fluxos de caixa que consiste em calcular o valor presente de uma série de pagamentos (ou recebimentos) iguais ou diferentes a uma taxa conhecida, e deduzir deste o valor do fluxo inicial (valor do empréstimo, do financiamento ou do investimento).

O cálculo do VPL é um processo de desconto. A taxa de atratividade, ou taxa mínima usada pelo tomador de decisão na aceitação do projeto, é utilizada no processo de obtenção do VPL. *Puccini* [Puccini, 2000] explica que o valor presente de um fluxo de caixa é o valor monetário (*PV*) do ponto zero da escala de tempo, que é equivalente à soma de suas parcelas futuras, descontadas para o ponto zero de uma determinada taxa de juros. O VPL é uma das melhores ferramentas para a análise de investimentos, não só porque trabalha com o fluxo de caixa descontado e pela sua consistência matemática, mas também porque seu resultado é expresso em espécie monetária (\$), demonstrando o valor absoluto do investimento. Pode ser obtido por meio da seguinte equação apresentada na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Equação do valor presente líquido.

Equação do valor presente líquido	
Equação 3	
	$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{PMT_j}{(1+i)^j} - PMT_0$
onde:	

VPL	= Valor Presente Líquido
PMT_j	= Valores dos fluxos de caixa de ordem 1, 2, 3,..., j
PMT₀	= Valor inicial do fluxo de caixa, podendo ser o investimento
i	= Taxa de juros do período
n	= Número total de períodos de tempo
j	= sendo 1, 2, 3,..., n, que pode ser total ou parcial

As vantagens da utilização do VPL são: o cálculo é simples de ser feito; o valor é expresso em unidades monetárias, facilitando a comparação com o investimento realizado; o valor obtido como resposta serve para priorizar projetos. Por outro lado, as desvantagens da utilização é que não demonstra o quanto do capital empregado é exposto ao risco envolvido na atividade; pois o que poderia evidenciar maior ou menor risco seria a Taxa de Atratividade exigida pelo investidor; ao comparar projetos diferentes com períodos de produção distintos, a opção com menor tempo de produção leva sempre vantagem, pois o tempo influencia muito na realização do cálculo.

c. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR).

A Taxa Interna de Retorno é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa. Para calcular a Taxa Interna de Retorno, deve-se zerar o Valor Presente Líquido dos fluxos de caixa. Os investimentos que apresentarem uma TIR satisfatória é que a TMA passa a se apresentar como mais rentáveis. Pode ser obtida com a seguinte equação apresentada na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 Equação da Taxa Interna de Retorno.

Equação da Taxa Interna de Retorno	
Equação 4	
$ZERO = \frac{FC_0}{(1 + TIR)^0} + \frac{FC_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{FC_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{FC_3}{(1 + TIR)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n}$	
onde:	
FC	= Fluxo de caixa esperado (positivo ou negativo)

Estudos mostram que as principais críticas aos métodos financeiros tradicionais é que eles não consideram:

- Os custos ocultos dos projetos de TI;
- Não quantificam os benefícios intangíveis;
- Não incorporam sensivelmente risco ao modelo.

d. PAY-BACK.

O *pay-back* é o período de recuperação de um investimento e consiste na determinação do prazo em que o montante do gasto do capital investido será recuperado por meio de fluxos de caixa gerados pelo investimento. É o período em que os valores dos investimentos (fluxos negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos) [Schaicoski, 2002]. Há varias formas de *pay-back*:

- O ***pay-back original***, que não considera o “valor do dinheiro no tempo”, onde o prazo de recuperação é encontrado somando-se os valores dos fluxos de caixas negativos com os valores de fluxo de caixa positivo.
- O ***pay-back descontado*** que considera o “valor do dinheiro no tempo”, e se utiliza da TMA como taxa de desconto para a determinação do prazo de recuperação do capital investido.
- O ***pay-back total***, que consiste na utilização do fluxo descontado a TMA e os fluxos existentes após o período de recuperação. Ele difere do modelo original, representando um período de equilíbrio ao longo de todo o período do projeto.

e. BENEFÍCIO CUSTO

O Benefício Custo, também conhecido como Relação Custo/Benefício, é a decisão tomada para implantar ou ampliar um empreendimento que envolve ganhos obtidos pela realização da operação, entendidos como benefícios alcançados e, conseqüentemente, para que esse processo se realize, é necessária a ocorrência de custos, estejam eles ligados direta ou indiretamente à atividade.

O benefício custo representa a razão entre o benefício VPL dividido pelo custo no mesmo período, dando a um projeto o benefício obtido pelo custo gerado nele, sendo que

quanto maior for o valor desse indicador, melhor será a escolha de um projeto em comparação a outros. A equação do Benefício Custo é apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 Equação do Benefício Custo.

Equação do Benefício Custo	
Equação 4	
	$Beneficio_{custo} = \frac{VPL}{VPc}$
onde:	
VPL = Valor Presente Líquido	
VPc = Valor Presente do custo	
Exemplo:	
BenefícioCusto = R\$ 662.000,00 / R\$ 67.400,00 = R\$ 9,82 Significa que R\$ 1,00 retornou R\$ 9,82	

As vantagens da utilização do Benefício Custo são: considerar toda a vida útil ou períodos do projeto, caso seja necessário; e permitir comparações entre projetos demonstrando de forma objetiva qual é o melhor, dado que é um indicador de retorno obtido no empreendimento. Por outro lado, as desvantagens são que os itens de custo podem causar alguma confusão na classificação, provocando erros no cálculo; e não fornece de maneira adequada uma visão exata dos valores monetários envolvidos, ou seja, dificulta a comparação entre projetos de magnitudes variadas.

f. ROI (RETURN ON INVESTMENT).

O Retorno sobre o Investimento é uma ferramenta de administração que sistematicamente mede o desempenho passado e decisões de investimento do futuro, em outras palavras, mede os resultados históricos e antecipados. A definição do ROI depende da base de investimentos utilizada. Se o patrimônio líquido for usado como base do denominador, a definição é “*return on equity*” (ROE), se os ativos forem usados como base, a definição é “*return on assets*” (ROA), sendo o numerador o lucro esperado do investimento. A Tabela 3.5 apresenta as duas leituras que podem ser feitas na equação do ROI.

O ROI é uma medida que quantifica o retorno produzido pelas decisões de investimento e avalia a atratividade econômica do investimento. Serve de parâmetro para avaliação de desempenho da empresa ou de um determinado projeto em um período de tempo pré-estabelecido. A Tabela 3.6 fornece as possíveis variáveis de cálculo do ROI.

Tabela 3.5 Equação do ROI.

Equação do ROI	
Equação 5 $ROI = \frac{VPL}{VPi}$	Equação 6 $ROI(\%) = \frac{(\text{Benefícios} - \text{Custos})}{\text{Custos}} \times 100$
onde: ROI = Retorno sobre Investimento VPL = Valor Presente Líquido VPi = Valor Presente do investimento	Exemplo: $ROI(\%) = \frac{(\text{R\$ } 662.000,00 - \text{R\$ } 67.400,00)}{\text{R\$ } 67.400,00} \times 100$ $ROI(\%) = 882\% = \text{R\$ } 9,82$

Segundo *Schaicoski* existem cinco razões chave porque se deve usar o ROI [Schaicoski, 2002]:

- Força o planejamento;
- Provê uma base para tomada de decisão;
- Avalia oportunidades de desenvolvimento;
- Ajuda na avaliação do desempenho da administração;
- Mede as respostas do mercado.

Ele ainda identifica uma série de usos e aplicações para o uso do ROI, destacando:

- Melhora na utilização dos recursos;
- Avaliação dos gastos de capital;
- Análise da linha de produção;
- Avaliação dos recursos humanos, etc.

Tabela 3.6. Tabela de variáveis de cálculo de ROI.

Tabela de variáveis de cálculo de ROI		
Numerador	Denominador	Definição do ROI
Rendimento Líquido	Total de Ativos	Retorno sobre o total de ativos
Rendimento Líquido	Patrimônio Líquido dos acionistas	Retorno sobre o patrimônio dos acionistas
Rendimento Líquido	Capital empregado	Retorno sobre o capital empregado
Lucro Operacional	Total de Ativos	Retorno sobre o total de ativos
Lucro Operacional	Capital empregado	Retorno sobre o capital empregado
Renda Líquida + despesas de juros	Total de Ativos	Retorno sobre o total de ativos
Renda antes dos juros e impostos	Total de Ativos	Retorno sobre o total de ativos
Rendimento Líquido	Ativo Líquido	Retorno sobre ativo líquido

Fonte: A utilização do ROI na análise de projetos de tecnologia da informação [Schaicoski, 2002]

As vantagens da utilização do ROI são: o cálculo simplificado; a fácil comparação de projetos diferentes; pode ser aplicado como ponto de equilíbrio, ou seja, ponto que o investimento começa a retornar; demonstra a liquidez do projeto a ser analisado. Por outro lado, a desvantagem é que não pode ser empregado isoladamente na decisão, mas, sim, como complementar a outros indicadores.

Segundo Suwardy, os investimentos em TI tradicionalmente têm sido avaliados a partir de bases puramente financeiras usando técnicas contábeis, como *Pay-back*, ROI, VPL, TIR, como são normalmente avaliados outros projetos dentro da organização [Suwardy, 2003]. Na maioria das vezes, o pessoal responsável pela tomada de decisão na aquisição das novas tecnologias é o gerente financeiro, baseado muitas vezes apenas no fluxo de caixa da empresa e considerando aspectos quantitativos. Uma das maiores peculiaridades do setor de TI é que freqüentemente são oferecidos benefícios intangíveis, que são muito difíceis de serem mensurados, e estes, muitas vezes podem se tornar fatores decisivos na tomada de decisão. Além dos benefícios intangíveis, existem os custos ocultos de TI, como por exemplo, treinamento de pessoal, resistência dos usuários, preparação e coleta de dados, entre outros [Suwardy, 2003].

Para melhor compressão da necessidade de mensurar os benefícios intangíveis, é necessário observar o que mais impacta em qualquer melhoria de processo é o recurso

humano, pois a aceitabilidade de absorção de conhecimentos e a eficiência com que se produz são justificadas pela sua eficácia, portanto a utilização de metodologia de avaliação de treinamento passou a ser fator crítico de sucesso.

3.1.2. METODOLOGIA ROI

Para tornar o entendimento mais fácil de como se modernizou o simples cálculo do ROI, é necessário conhecer sua origem até o estado atual, as Tabelas 3.7 e 3.8, apresentam duas metodologias para medir o retorno em treinamento, que deram origem à Metodologia ROI.

A metodologia de *Kirkpatrick* foi considerada, o primeiro modelo de avaliação de treinamento baseado em níveis e foi desenvolvido a cerca de quarenta anos. Preconiza a avaliação de treinamento em quatro níveis [Kirkpatrick, 1996].

Tabela 3.7. Metodologia de *Donald Kirkpatrick*.

Níveis	Descrição
1. Reação	Satisfação dos indivíduos com o treinamento; Este nível tem como objetivo melhorar, aprimorar o processo de treinamento, podendo ocorrer a modificação do conteúdo, do material didático, do espaço físico, da distribuição dos horários e dos instrutores.
2. Aprendizagem	Melhoria do conhecimento ou o aumento das habilidades; Este nível avalia se as técnicas, os conceitos e princípios foram entendidos e compreendidos pelos participantes, sem considerar o comportamento no trabalho
3. Comportamento	Identifica como o programa de treinamento influenciou o indivíduo na mudança de comportamento; O comportamento pode ser definido como até que ponto ocorreu a mudança de comportamento do participante do programa de treinamento. Para tanto, o indivíduo tem que ter o desejo para mudar e estar disposto a isso. O indivíduo sabe o que fazer e como fazer isso. O indivíduo tem que trabalhar em um clima agradável, além de ser motivado e recompensado pela mudança.
4. Resultados	Os resultados finais, como o aumento da produção, qualidade, redução dos custos e no número de acidentes

Esse modelo não possibilita calcular o retorno do investimento em treinamento.

Para *Hamblin* avaliação “é o ato de julgar se o treinamento valeu a pena ou não em termos de algum critério de valor à luz da informação disponível” [Hamblin, 1978].

Tabela 3.8. Metodologia de Hamblin.

Níveis	Descrição
1. Reação	Visa à verificação das atitudes e opiniões dos participantes. Segundo <i>Hamblin</i> , quando um treinador está instruindo um grupo, o primeiro efeito é a reação dos participantes, ou então é possível que não estejam pensando em suas reações, por estarem muito envolvidos com a apresentação de conteúdo do treinador;
2. Aprendizagem	Visa à verificação das diferenças entre o que os participantes sabiam antes e depois do treinamento. A verificação da aprendizagem pode assegurar que os participantes obtiveram uma absorção do conteúdo e saberão aplicá-lo em suas funções;
3. Comportamento no cargo	Considera o desempenho dos indivíduos, antes e depois do treinamento. O autor trata a passagem do nível 2 para o nível 3 como o problema da transferência de conhecimentos, na qual se verifica a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos pelos participantes em seus respectivos cargos; O autor observa que, nas ocorrências de falhas, é preciso identificar se o problema ocorreu no aprendizado ou na transferência.
4. Organização	Considera as mudanças organizacionais que possam ter ocorrido em decorrência do treinamento. Deseja-se relacionar a avaliação organizacional aos critérios finais com que a empresa julga seu sucesso ou fracasso, bem como sua eficácia (nível 5);
5. Valor final	Implica em comparar os custos com os benefícios do treinamento.

A desvantagem na utilização dessa metodologia de *Hamblin* é a ausência de detalhes dos métodos para a execução de cada um dos níveis.

Uma das questões mais desafiadoras para as organizações é determinar o valor dos benefícios em treinamento e desenvolvimento, recursos humanos, melhoria de desempenho, mudanças, qualidade e tecnologia. A Metodologia ROI desenvolvida por *Jack Phillips* provou ser uma abordagem viável, acurada e de credibilidade para as questões de responsabilidade financeira em todos os tipos de organizações [Phillips, 2007]. A metodologia já é aceita e utilizada em mais de 40 países e é a abordagem líder na contabilização de ROI.

A Metodologia ROI é muito flexível, diversificada e abrangente. Em cada um destes exemplos, a metodologia gerou, coletou e processou as seguintes categorias de dados:

- Reação/satisfação em relação ao projeto;
- Aprendizagem das habilidades e do conhecimento necessário ao sucesso do projeto;
- Aplicação e implementação do projeto;
- Impacto no negócio e consequências do projeto;
- ROI;
- Intangíveis;
- Custo do Projeto.

Alguns fatores são fundamentais para que um processo ROI seja viável, devem-se equilibrar várias questões, como por exemplo, a praticidade, simplicidade, credibilidade e confiabilidade. A metodologia ROI contempla esses desafios e, além disso, existe uma preocupação com as audiências-alvo que serão afetadas, por exemplo:

- **Comunidade de gerenciamento de projeto:** precisam de uma abordagem de fácil compreensão para a mensuração. Se algo parecer confuso e complexo, a equipe poderá se sentir frustrada, supondo que o estudo de ROI não pode ser realizado ou que é muito dispendioso.
- **Clientes:** os apoiadores e financiadores do projeto precisam de um processo que forneça resultados quantitativos e qualitativos, bem como um processo que mereça confiança.
- **Comunidade de pesquisa:** os pesquisadores em mensuração e avaliação necessitam de um processo que possa ser replicado de um projeto para outro, um processo confiável que resulte nas mesmas medidas ainda que o projeto tenha sido avaliado por dois profissionais diferentes.

O Processo ROI é composto por cinco grandes elementos que devem ser elaborados e integrados para garantir o sucesso da implementação, como mostra a Figura 3.3 e que se seguirá em detalhes.

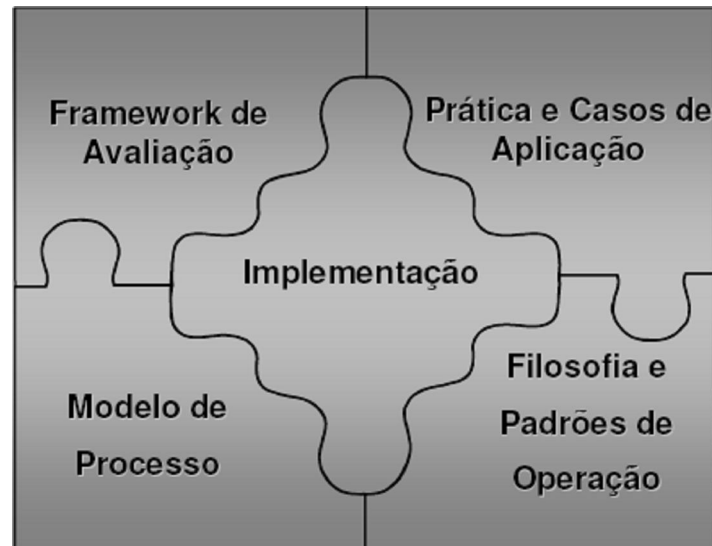


Figura 3.3. Elementos da Metodologia ROI de *Jack Phillips*.

- **Framework de Avaliação:** Necessário para definir os vários níveis da avaliação e tipos de dados, e como estes últimos serão coletados;
- **Modelo de Processo:** Criado para fornecer um procedimento de desenvolvimento do cálculo do ROI. Parte deste processo reside em isolar os efeitos do projeto de outros fatores de influência, a fim de mostrar o resultado monetário efetivo do projeto;
- **Conjunto de Padrões de Operação com uma Filosofia conservadora:** Estes princípios-guias mantêm o processo no rumo certo para assegurar uma replicação bem-sucedida. Os padrões de operação constroem também a credibilidade dentro da organização;
- **Práticas e Casos de Aplicação:** São essenciais para mostrar como o ROI funciona realmente na organização. Os usuários do processo de ROI são incentivados a desenvolver um estudo de caso.
- **Implementação:** Necessário destinar recursos apropriado para garantir que o processo ROI se torne operacional dentro da organização. A implementação aborda questões como responsabilidades, políticas, procedimentos, orientações, metas e a construção das habilidades;

Esses elementos serão detalhados a seguir.

- **Framework de Avaliação**

Existem tipos de dados específicos mensurados no processo ROI, o primeiro é a **reação** dos participantes envolvidos no projeto, é medida em quase todos os projetos, geralmente por meio da aplicação de questionários e pesquisas genéricas. Embora este nível de avaliação seja importante como na medida de **satisfação** dos participantes da equipe de projeto e de *stakeholders*, uma reação favorável não assegura que os participantes aprenderam os conceitos vitais à implementação do projeto.

As medidas de **aprendizagem** determinam o que os participantes devem aprender e o que realmente aprenderam durante a implementação do projeto. Uma verificação de aprendizagem é útil para certificar-se de que os participantes absorveram novas habilidades e conhecimentos, e se sabem como fazer para que o projeto seja bem-sucedido. Entretanto, uma medida positiva não é nenhuma garantia de que o projeto será implementado com sucesso.

As medidas de **aplicação** e **implementação** são necessárias para determinar se os participantes implementaram o projeto com sucesso. A frequência e o uso das habilidades são medidas importantes neste nível. Embora esta avaliação seja importante para determinar o sucesso da implementação, ela ainda não garante um impacto no negócio positivo para a organização.

A medida do **impacto** mostra os resultados reais no negócio obtido diretamente em função do projeto. As medidas típicas de negócio abrangem quesitos de saída, qualidade, custos, desempenho, tempo e satisfação do cliente. Embora o projeto possa produzir um impacto mensurável no negócio, há ainda a preocupação que os custos para o projeto possam extrapolar as expectativas. A medição dos **custos** envolve o monitoramento ou a elaboração dos custos relacionados ao projeto, através de centro de custos, incluindo todos os custos diretos e indiretos.

O ROI é o nível final de avaliação, quando os benefícios monetários do projeto são comparados com os custos. Embora o ROI possa ser expresso de diversas maneiras, sua representação geralmente é uma porcentagem ou uma

Relação Custo/Benefício. Além dos benefícios tangíveis monetários, existem os benefícios intangíveis, não-monetários. Os benefícios intangíveis são definidos como as medidas dos benefícios de implementação e de negócio propositalmente não convertidos em valores monetários.

• Modelo de Processo

O Processo ROI foi refinado e modificado por meio de incontáveis aplicações em projetos pilotos. O processo é abrangente e os dados são coletados em diferentes períodos e a partir de diversas fontes para originar os sete tipos de medidas (reação, satisfação, aprendizagem, aplicação, implementação, impacto, custo), como mostra na Figura 3.4.

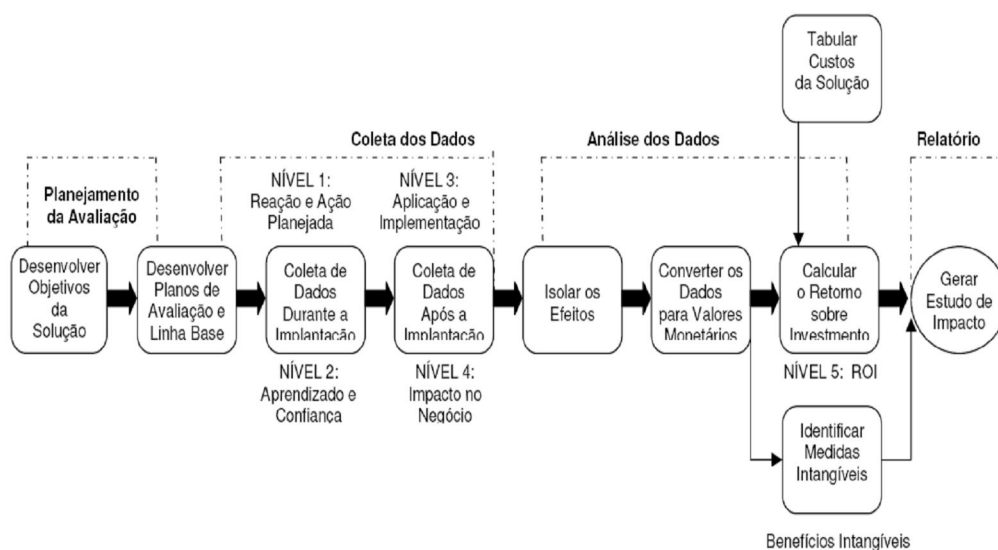


Figura 3.4. Metodologia ROI de Jack Phillips

A Metodologia ROI possui quatro fases e suas definições são apresentadas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7. Fases da Metodologia ROI.

Fases da Metodologia ROI	
Planejamento da Avaliação	As duas primeiras etapas do processo ROI consistem em desenvolver objetivos apropriados para as iniciativas. Tais objetivos são geralmente referidos como os objetivos finais do projeto. Com os objetivos definidos, a próxima etapa é: desenvolver o plano de coleta de dados, que indica que tipos de dados serão coletados, o método para a coleta dos dados, as origens dos dados, o cronograma de coleta e as responsabilidades de coleta. Em seguida, o plano de análise de ROI que

	detalha como a iniciativa será isolada de outras influências, como os dados serão convertidos em valores monetários, as categorias apropriadas de custos, as medidas intangíveis esperadas e as audiências-alvo previstas para a futura comunicação dos resultados.
Coleta de Dados	Essa etapa é fundamental, pois possibilitará manter o projeto na trilha certa. Os dados de reação, satisfação e aprendizado são importantes para se obter um feedback imediato que permita a realização de mudanças o mais cedo possível. Os dados pós-projetos são coletados e comparados com os dados pré-projetos e com as expectativas iniciais. Alguns métodos para coleta de dados podem ser: • Pesquisas de acompanhamento e questionários para medir a satisfação e as reações das partes interessadas, bem como descobrir questões específicas de aplicação; • Observação no trabalho para levantar a aplicação e o uso (Etnografia); • Testes, avaliações e/ou auto-avaliações para medir a extensão do aprendizado; • Entrevistas para medir a reação e determinar a extensão da implementação do projeto; • Grupos focais para determinar o grau de aplicação do projeto no ambiente de trabalho; • Planos de ação para mostrar o progresso da implementação no ambiente de trabalho e qual o impacto obtido; • Monitoração do desempenho do negócio visando mostrar a melhoria nos vários registros de desempenho e nos dados operacionais.
Análise dos Dados	Esta etapa é fundamental porque muitos fatores influenciarão os dados do desempenho do negócio depois que um projeto é implementado. Estratégias específicas nesta etapa localizarão a parcela de melhoria diretamente relacionada à implementação do projeto. O resultado é o aumento da exatidão e da credibilidade do cálculo do ROI. Durante a análise dos dados, procura-se converter em valores monetários todas as medidas que possam ser convertidas. Os dados como produtos, qualidade e tempo, caracterizados como <i>hard</i>, sempre serão convertidos em valores monetários. Os dados <i>soft</i> serão convertidos quando possível. Para alguns projetos, benefícios intangíveis e não-monetários têm extremo valor, freqüentemente carregando tanta atenção e influência quanto os itens dos dados <i>hard</i>. Os benefícios intangíveis podem ser a melhoria da imagem pública, aumento da satisfação no trabalho, aumento do comprometimento organizacional, redução de estresse e melhoria do trabalho em equipe, entre outros. Os dados do impacto no negócio precisam ser convertidos em valores monetários e comparados com os custos do projeto. O denominador da fórmula do cálculo do ROI é o custo do programa, tais como:

	Análise e avaliação iniciais; custos de desenvolvimento, tempo do participante interessado no projeto; materiais e suprimentos; custo de manutenção e monitoração; custos administrativos; custos de avaliação e de documentos. Uma abordagem mais conservadora deve-se somar todos esses custos, dessa forma, assegura um posicionamento mais firme para apresentar seus resultados finais.
Relatório	A demonstração do resultado do cálculo de ROI pode-se ser vista de duas formas. A primeira sendo a razão benefício/custo calculada por meio da divisão dos benefícios monetários do projeto pelos custos, já apresentada nos indicadores econômicos. A fórmula é: $RBC = \text{Benefícios} / \text{Custos}$ Para o retorno sobre o investimento, utiliza-se o cálculo dos benefícios líquidos divididos pelos custos. Os benefícios líquidos são os benefícios do projeto menos os custos. A fórmula é: $ROI = (\text{Benefícios Líquidos} / \text{Custos}) \times 100$ As fórmulas RBC e ROI apresentam informações comuns, entretanto com perspectivas ligeiramente diferentes. Dado o seguinte exemplo para exemplificar e formular a leitura $RBC = R\\$ 581.000 / R\\$ 229.000 = 2,54$ (ou 2 5:1), onde, para cada R\$ 1,00 investido, R\$ 2,50 são retornados como benefícios monetários. $ROI = (R\$ 352.000 / 229.000) \times 100 = 154\%$ Significa que cada R\$ 1,00 investido no projeto retorna R\$ 1,50 em benefícios líquidos, depois de considerados os custos.

• Práticas e Casos de Aplicação

Uma etapa operacional final do processo é a elaboração do estudo de impacto para documentar os resultados obtidos pelo projeto e comunicá-los a várias audiências-alvo. O estudo de impacto apresenta o processo básico usado na geração das sete medidas de dados. A metodologia, as definições, os conceitos-chave e os princípios-guia são delineados antes dos resultados reais serem apresentados. Em seguida, as sete categorias de dados, começando com a reação

e satisfação e indo até as medidas do ROI e dos valores intangíveis são apresentados em um processo racional e lógico, mostrando os componentes do sucesso para o estudo de impacto. As conclusões e as recomendações são sempre parte integrante do estudo. O estudo transforma-se num documento histórico que apresenta a avaliação completa do projeto. A questão-chave nesta etapa do processo ROI é analisar as audiências-alvo detalhadas durante o planejamento da avaliação e desenvolver o relatório apropriado para alcançar suas necessidades específicas.

- **Conjunto de Padrões de Operações e Filosofia conservadora**

Para assegurar que todo estudo seja desenvolvido da mesma maneira, processos consistentes e padrões de operação para o processo de mensuração e avaliação devem ser colocados em prática. Para implementar o processo ROI, os seguintes princípios-guia devem ser usados como padrões de operação:

- Quando uma avaliação em um nível mais elevado for realizada, os dados devem ser coletados em todos os níveis inferiores;
- Quando for planejada uma avaliação em um nível superior, as avaliações dos níveis anteriores não necessitam ser tão abrangentes;
- Para a coleta e análise dos dados, usam-se apenas as fontes de credibilidade assegurada;
- Para a análise dos dados, opte pela alternativa mais conservadora para o cálculo dos resultados;
- Deve ser utilizado no mínimo um método para isolamento dos efeitos da solução;
- Se dados de melhorias relativas a uma população ou a uma fonte específica não estiverem disponíveis, assuma que pouca ou nenhuma melhoria tenha ocorrido;
- Estimativas de melhoria devem ser ajustadas para possíveis erros;
- Itens de dados extremos e afirmações sem respaldo não devem ser usados para cálculos de ROI;
- Apenas o primeiro ano de benefícios deve ser usado na análise do ROI para solução de curto prazo;

- Os custos da solução devem ser considerados de forma plena para análises de ROI;
- Medidas intangíveis são definidas como medidas propositalmente não convertidas em valores monetários;
- Os resultados da Metodologia ROI devem ser comunicados a todos os patrocinadores-chave (*stakeholders*).

- **Implementação**

Parte-se da máxima que a melhor ferramenta, técnica ou modelo não serão bem-sucedidos a menos que sejam corretamente utilizados e se transformem em uma parte rotineira da função exercida pelos colaboradores da organização. Naturalmente, como em toda mudança, haverá resistências por parte da equipe e outros interessados. Parte da resistência está baseada em barreiras reais, enquanto outra parte será baseada em má compreensão e em problemas percebidos que podem não existir.

A implementação envolve várias questões, incluindo atribuição de responsabilidades, construção de habilidades necessárias e desenvolvimento de planos e metas acerca do processo. Está incluída também a preparação do ambiente, os indivíduos e as equipes de apoio para esse tipo de análise detalhada. As organizações com mais sucesso com o processo ROI são as que dedicaram recursos adequados para a implantação e deliberadamente planejaram a transição de seu estado para um diferencial que a organização desejava em termos de responsabilidade financeira.

Sendo assim, fica mais fácil compreender como as metodologias de *Kirkpatrick* e *Hamblin* serviram de base para a metodologia de Jack Phillips.

3.2. ROI EM MELHORIA DE PROCESSO DE SOFTWARE

Nesta seção, foi selecionada uma literatura específica para exemplificar a utilização de métricas com o foco na mensuração do ROI em iniciativas de implementação de normas, técnicas e modelos de qualidade.

3.2.1. ROI OF SPI DE DAVID RICO

Segundo Rico [Rico, 2004], o ROI é uma abordagem amplamente usada para medir o valor de uma melhoria de processo ou nova tecnologia de produto. Como apresentado nas seções anteriores, o ROI mede o valor dos benefícios aos custos, dos benefícios retornados sobre os custos, dos lucros conseguidos após despesas, do valor de um investimento, de benefícios atuais, de economias de custo, e de eficiências obtidas. O ROI é uma ferramenta simples e poderosa para analisar custos e benefícios. Um grande ROI indica dinheiro bem gasto. Há uma variedade de métodos de MPS para processos de suporte, programas de treinamento, gerenciamento, e seleção de fornecedor. Os exemplos incluem Inspeções, PSPsm, TSPsm, SW-CMM[®], ISO 9001, e CMMI[®]. Segundo Rico, a aplicação de seis métricas de custos durante a implementação de tais modelos, obtiveram um ROI significativo como apresentado na Figura 3.5.

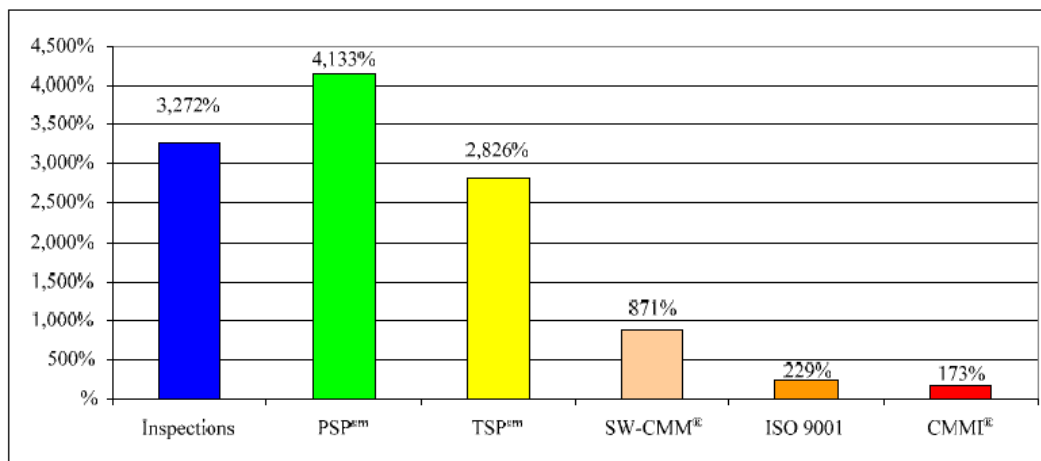


Figura 3.5. ROI dos vários métodos de MPS mostram o retorno sobre investimento diminuindo da esquerda para a direita.

As métricas do ROI são projetadas para medir o valor econômico de uma melhoria de processo de software. Cada métrica do ROI é um indicador relevante de quanto uma melhoria de processo de software vale à pena. Existem seis métricas básicas relacionados ao ROI, sendo elas: custos, benefícios, relação de benefícios/custo ou B/CR, retorno sobre investimento ou ROI, valor líquido atual ou *Net Present Value*, e *Break even Point* ou BEP, apresentado na Tabela 3.18. As métricas do ROI não são independentes ou mutuamente exclusivas. Cada métrica do ROI deve ser considerada individualmente. Para o exemplo, os custos podem ser astronômicos ou os benefícios podem ser insignificantes, marginalizando a relevância de outras métricas.

Tabela 3.18. Métricas de ROI.

Métrica	Definição	Fórmula
Custos	Uma quantidade total de dinheiro gasta em uma melhoria de processo de software	$Cost = \sum_{i=1}^n Cost_i$
Benefícios	Uma quantidade total de dinheiro ganha a partir de um processo novo e melhorado do software	$Benefits = \sum_{i=1}^n Benefit_i$
B/CR	Relação entre os benefícios e os custos	$B/CR = \frac{Benefit}{Cost}$
ROI	Relação de benefícios ajustados aos custos	$ROI = \frac{Benefit - Cost}{Cost} \times 100\%$
NPV	Fluxos de dinheiro descontados	$NPV = \frac{Benefit}{(1 + Inflation Rate)^{Year}}$
BEP	Aponta quando os benefícios se encontrarem com ou se excederem ao custo.	$BEP = \frac{Cost}{1 - Old Productivity / New Productivity}$

Para exemplificar, será utilizado o Modelo de Custos, que consiste de simples equações, fórmulas, ou funções que são usadas para medir, quantificar, e estimar o esforço, tempo, e as consequências econômicas de implementar um novo método de MPS. Um único modelo de custo pode ser tudo que é necessário para estimar o custo de implementar um método simples de MPS tal como PSPsm e TSPsm. Pode ser necessário

combinar os resultados de múltiplos modelos de custo para estimar os custos de implementar métodos de MPS tais como Inspeções. Os resultados de múltiplos modelos de custos devem ser combinados com outros dados empíricos para estimar os custos completos de implementação de métodos complexos de MPS tais como SW-CMM® e CMMI®. Existem oito modelos de custo básico que são úteis para estimar os elementos de custo chave dos seis métodos principais de MPS apresentados na Tabela 3.19. Existem modelos de custo para o esforço e o treinamento das Inspeções, treinamento de PSPsm e de TSPsm, e processos e produtos de SW-CMM®, ISO 9001, e CMMI®.

Tabela 3.19. Modelos de Custos de vários métodos de MPS.

Método	Modelo de Custo / Descrição
Inspections (effort)	$LOC / (Review_Rate \times 2) \times (Team_Size \times 4 + 1)$
Inspections (training)	$Team_Size \times (Fee / Rate + Hours)$
PSPsm (training)	$Team_Size \times ((Fee + Expenses) / Rate + Hours)$
TSPsm (training)	$Team_Size \times ((Fee + Expenses) / Rate + Hours) + PSP$
SW-CMM® (process)	$561 + 1,176 \times Number_of_Projects$
ISO 9001 (process)	$546 + 560 \times Number_of_Projects$
CMMI® (process)	$(10,826 + 8,008 \times Number_of_Projects) / 2$
O LOC refere-se às linhas de código implementadas; Review_Rate refere-se a como um produto é inspecionado rapidamente; Team_Size refere-se ao número dos Inspetores e dos estagiários de PSPsm e de TSPsm Fee refere-se ao custo por pessoa para treinamento em Inspeções, PSPsm, e TSPsm Rate refere-se o custo da carga inteira de um estagiário de Inspeções, PSPsm, e de TSPsm. Hours refere-se ao comprimento de tempo que um estagiário gasta em treinamento de Inspeções, PSPsm, e TSPsm; Expenses refere-se ao custo de viagens, das refeições, dos hotéis, e dos outros incidentes; PSP no treinamento de modelo do custo de TSPsm indica simplesmente que custos individuais de TSPsm devem ser combinados com os custos de PSPsm.; Number_of_Projects refere-se ao número dos projetos do software que foram avaliados ou auditados; As constantes (561, 546, e 10.826) referem-se ao esforço requerido para definir processos do software para os níveis 3 de SW-CMM® e de CMMI®, bem quanto os registros da ISO 9001. E, as constantes (1.176, 560, e 8.008) referem-se simplesmente ao esforço requerido para encontrar as documentações requeridas para os níveis 3 de SW-CMM® e de CMMI®, bem quanto os registros da ISO 9001.	

Ultimamente David Rico, tem direcionado seus experimentos para justificar o ROI em metodologias ágeis, realizando comparações entre as metodologias convencionais. A Figura 3.6 apresenta o resultado de uma pesquisa em 69 estudos de caso de metodologia ágil, mas somente 29 desses estudos comentavam sobre ROI.

Apesar da porcentagem de 1,788%, a metodologia ágil apresentou um bom ROI diante dos modelos tradicionais.

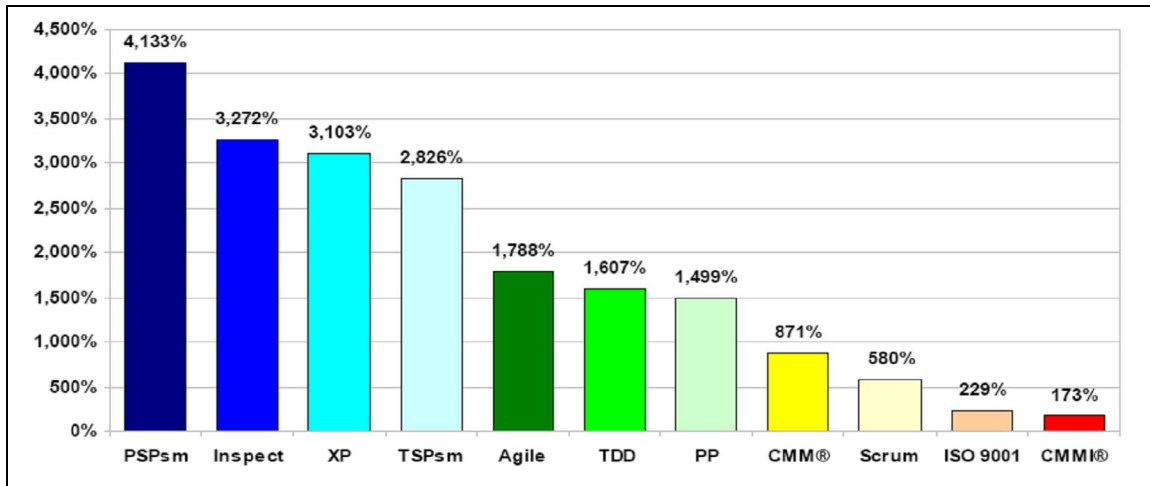


Figura 3.6. ROI de Metodologias Ágeis versus Metodologias tradicionais.

Fonte: [Rico, 2006]

Rico conclui, que nem todos os métodos ágeis e tradicionais foram criados iguais, existem armadilhas na utilização dos métodos que podem levar a um baixo ROI, e existem lições a serem aprendidas dos melhores métodos do software. Entretanto, não pode ser justo comparar os métodos otimizados para a produtividade e qualidade (onde os custos são mais elevados), entre métodos otimizados para a velocidade, a satisfação, o sucesso do projeto, bem como um ótimo ROI em face do risco crescente. É importante notar que o poder de métodos ágeis não está em minimizar os custos de ciclo de vida, mas sim em maximizar o valor de negócio através das entregas bem sucedidas do software em face ao risco [Rico, 2006].

3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentado o “Estado da Arte” sobre as disciplinas que são utilizadas como suporte ao ROI. Primeiramente, foram apresentadas a contextualização do ROI e Indicadores Econômicos. Em seguida, a Metodologia ROI de Jack Phillips e suas fases. Por fim, foi apresentado o Modelo *ROI para MPS* de David Rico.

Capítulo 4

Proposta do FROISPI

Neste capítulo são apresentadas as características do *FROISPI*, o *framework* proposto, seus objetivos e o diagrama do framework. Em seguida será apresentado o detalhamento de suas fases, a descrição dos *templates* e seus resultados esperados. Serão apresentados os indicadores de cada fase que servirão utilizados para monitorar o *FROISPI*. E por último as considerações finais do capítulo.

4.1. INTRODUÇÃO

A princípio buscou-se na literatura algo que demonstrasse o ROI em MPS, mas infelizmente pouquíssimos dos relatos encontrados descreviam somente experiências de algumas iniciativas pontuais como ROI em redução de defeitos [Eman, 2003] e ROI em Reuso [Clements, 2004]. A metodologia de *Jack Phillips* demonstrava resultados impressionantes no contexto de treinamento de Recursos Humanos, mas mesmo sendo uma metodologia bastante madura, não foram encontrados relatos de utilização da metodologia para o contexto de MPS [Phillips, 2007]. A única literatura focada especificamente para o MPS foi a de *David Rico* que sugeria a utilização de técnicas materializadas através de um conjunto de planilhas que cobriam determinados indicadores de medição de alguns modelos específicos e/ou normas de qualidade [Rico, 2004].

Desta forma, utilizando como base metodologias para melhoria de processos, já bastantes conhecidas como IDEAL e DMAIC, as notações definidas pelo *SPEM 2.0 - Software & Systems Process Engineering Meta-Model 2.0* [SPEM, 2008], como base para a modelagem de processo de software, foi definido o *FROISPI - Framework Return on Investment of Software Process Improvement*, com o objetivo de servir como uma ferramenta de investigação de aspectos relevantes que justifiquem o ROI em MPS. Aspectos nos quais verdadeiramente impactam em MPS, como por exemplo, a expertise dos membros do *SEPG – Software Engineering Process Group*, do número de processos envolvidos para MPS e o nível de complexidade dos mesmos, etc.

4.2. FASES DO FROISPI

O FROISPI foi idealizado seguindo o conceito de modelos de melhoria de processo e foram definidas cinco fases que se inter-relacionam, como visto na Figura 4.1. As fases são: Identificação do problema; Diagnóstico detalhado; Estimativa do ROI; Implementação e Encerramento. Para cada fase, baseados no paradigma GQM – *Goal-Question-Metric* [Solingen e Berghout, 1999] foram definidos fatores críticos de sucesso através de indicadores de medição para monitorar o andamento do framework. Também foram definidos os resultados esperados para cada fase. Os fatores críticos de sucesso foram definidos exclusivamente para o acompanhamento do framework, não houve a intenção de definir indicadores para o acompanhamento do gerenciamento de projeto.

O FROISPI inicia com um Requisito de melhoria, em seguida as quatro primeiras fases seguem o conceito clássico do PDCA [Deming, 1990], que para cada solução sugerida de melhoria, serão analisados os resultados e se os resultados forem considerados plenamente satisfatórios após a implementação, então deverá seguir para última fase de Encerramento, caso contrário o processo cíclico voltará para a FASE 1 e continua até o Requisito de melhoria ser satisfeito. Na fase de Encerramento serão apresentados, à alta direção, os resultados alcançados com o FROISPI.

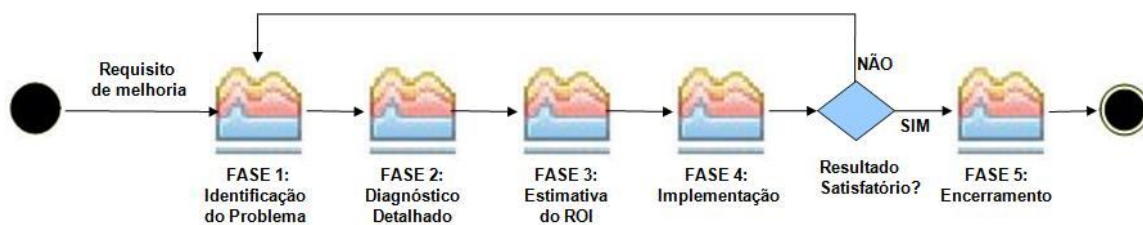


Figura 4.1. FROISPI - Framework Return on Investment of Software Process Improvement.

O FROISPI deverá ser conduzido por um engenheiro de software e que ao longo das fases atuará com diferentes papéis, ora entrevistando, ora coletando dados, sugerindo soluções e apresentando resultados. A seguir serão apresentadas as fases e suas características, os diagramas dos subprocessos e seus artefatos, os papéis que interagem com os subprocessos e os fatores críticos de sucesso.

4.2.1. FASE 1: IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A Fase 1 possui dois objetivos específicos, sendo o primeiro a Caracterização da Organização, para saber em qual região a organização está localizada, qual o seguimento do mercado de software que atua, se a organização já possui alguma avaliação em modelos de qualidade de software ou certificação em normas de qualidade, saber o número de profissionais com alguma certificação e uma identificação do responsável pelo preenchimento do questionário. O segundo objetivo específico é observar se os objetivos estratégicos da organização estão alinhados com os objetivos da melhoria de processo, dessa forma, se faz necessário identificar os objetivos estratégicos da organização, se a organização possui algum processo de software já institucionalizado ou não, se a organização sabe quais são os principais problemas existentes no processo atual, identificar quais são as expectativas em relação à melhoria de processo e se a organização possui recursos financeiros para tais investimentos.

Essa fase deve ser conduzida por dois papéis com conhecimento em engenharia de software: um engenheiro de software que será responsável pela coleta e preenchimento do questionário e um profissional de qualidade ou Analista de Qualidade (SQA – *Software Quality Analyst*) que será responsável pelo fornecimento das informações. Ao término dessa fase, espera-se obter uma caracterização da organização e uma visão superficial dos seus principais problemas.

Foram definidos dois fatores de sucesso para Fase 1. O primeiro fator de sucesso visa avaliar aspectos das características da organização, como pode ser visto na Tabela 4.1. O segundo fator de sucesso visa avaliar a completude e coerência das respostas dos objetivos da fase no questionário, como pode ser visto na Tabela 4.2.

Tabela 4.1. Fatores de Sucesso da Fase 1 – Questão 1.

Questão 1: Qual a característica da Organização?		
Métrica	Fórmula	Interpretação
M1.1.1) Indicador de maturidade da Organização.	$X = A$ Onde: A = (1) Inicial (2) Repetitivo (3) Definido (4) Gerenciado (5) Otimizado	
M1.1.2) Indicador da quantidade de funcionários.	$X = F$ Onde: F = Número de funcionários	

M1.1.3) Porcentagem de colaboradores certificados.	$X = (F / B) * 100$ Onde: F = Total de funcionários B = Total de funcionários certificados	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
---	---	--

Tabela 4.2. Fatores de Sucesso da Fase 1 – Questão 2.

Questão 2: Qual a consistência das respostas da Organização?		
Métrica	Fórmula	Interpretação
M1.2.1) Porcentagem de completude do questionário	$X = (A / B) * 100$ Onde: A = Número de questões B = Número de questões preenchidas	00% a 25% - Insuficiente 25% a 50% - Baixo 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
M1.2.2) Indicador da quantidade de problemas relatados	$X = A$ Onde: A = Número de problemas relatados	
M1.2.3) Indicador de processos com problemas.	$X = A$ Onde: A = Número de processos com problemas	
M1.2.4) Indicador de consistência entre objetivos estratégicos e expectativas com MPS.	$X = A$ Onde: A = (3) Totalmente consistente (2) Consistente (1) Pouca consistência (0) Nenhuma consistência	

A Fase 1 **Identificação do Problema**, possui uma atividade denominada **Identificar problemas** e que interage com o papel do **Responsável pelas informações** e possui como artefato de entrada e de saída o **Q1-Questionário da Fase 1**, que será utilizado para registrar os problemas encontrados. A Figura 4.2 apresenta a representação do diagrama do processo e suas características e a Tabela 4.3 apresenta os passos dessa atividade.

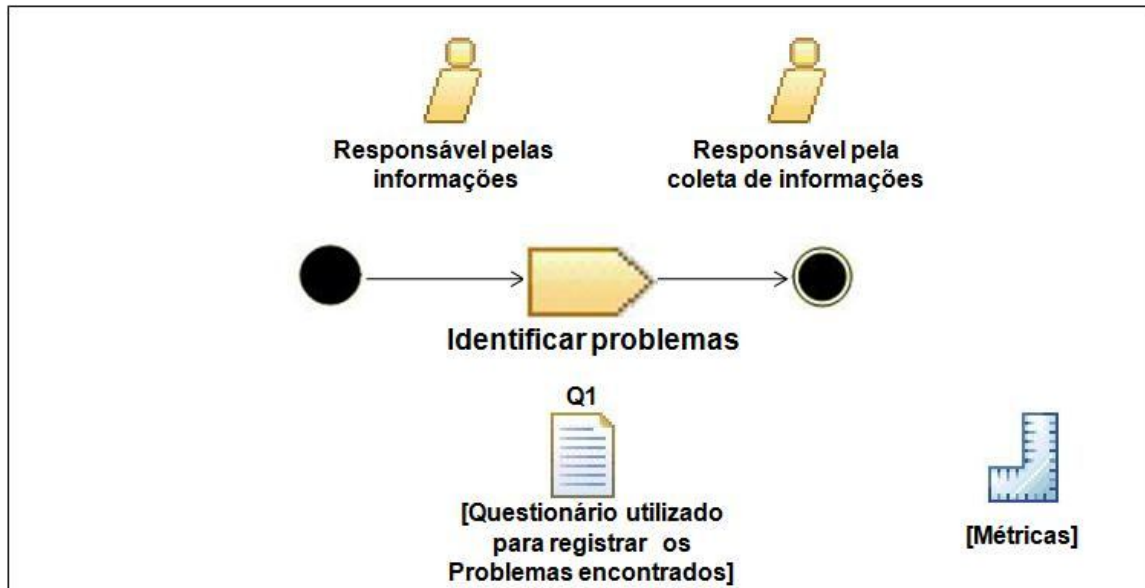


Figura 4.2. Diagrama da Fase 1: “Identificação do Problema”.

Tabela 4.3. Atividade da Fase 1.

Atividade da Fase 1	
Propósito	O objetivo dessa fase é contextualizar a organização e suas características.
Artefatos de entrada	Q1-Questionário da Fase 1
Artefatos de saída	Q1-Questionário da Fase 1
Responsáveis	Responsável pelas informações, Responsável pela coleta de informações
Participantes	Responsável pelas informações, Responsável pela coleta de informações
1. Identificar problemas	O engenheiro de software responsável pela coleta e preenchimento do questionário entrevistará um analista de qualidade para identificar se a empresa já foi avaliada em algum dos modelos de qualidade de software existentes no mercado, e/ou se a organização possui profissionais certificados ou em preparação para certificação profissional. Identificar os objetivos estratégicos da organização. Os principais problemas existentes no processo. Se existe algum processo de software na organização. Quais são as expectativas da organização com o programa de melhoria e qual o montante monetário para o investimento.

Após a conclusão dessa fase e total entendimento dos dados registrados no questionário, pode-se seguir para a fase seguinte. O artefato dessa fase encontra-se no Apêndice A.

4.2.2. FASE 2: DIAGNÓSTICO DETALHADO

A Fase 2 possui dois objetivos específicos. O primeiro específico é identificar as competências da organização através da análise SWOT [Kotler, 2000], no reconhecimento de suas fraquezas e seus pontos fortes, se a organização já realizou alguma iniciativa de programa de MPS, qual a quantidade de projeto que obtiveram sucesso e insucessos e a qualificação da equipe técnica que implementará o projeto de melhoria de processo. Além disso, procura investigar qual a expertise dos gerentes de projetos da organização para saber se o gerente está comprometido com a organização e seus objetivos estratégicos. O segundo objetivo específico utiliza os dados levantados para propor soluções não excludentes de MPS, que podem ser: implementação de um processo; capacitação de recursos humanos; aquisição de ferramentas para auxiliar na automação de um processo; e demonstrar os benefícios que podem trazer uma MPS.

Essa fase deve ser conduzida por dois papéis com conhecimento em engenharia de software: um engenheiro de software que será responsável pelo diagnóstico e elaboração da proposta de solução e um profissional de qualidade ou Analista de Qualidade (*SQA – Software Quality Analyst*) que será responsável pelo fornecimento das informações. Ao término dessa fase, espera-se obter uma visão da competência da organização em programas de MPS (e seus resultados), o perfil dos gerentes de projetos e a proposta de solução da melhoria.

Os fatores de sucesso da Fase 2 visam avaliar aspectos das características do processo, como podem ser visto na Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Fatores de Sucesso da Fase 2 – Questão 1.

Questão 1: Qual a característica do processo?		
Métrica	Fórmula	Interpretação
M2.1.1) Indicador de pontos fortes no processo.	$X = A$ Onde: A = Número de pontos fortes	
M2.1.2) Indicador de pontos fracos no processo.	$X = A$ Onde: A = Número de pontos fracos	
M2.1.3) Indicador de projetos com sucesso	$X = A$ Onde: A = Número de projetos com sucesso	
M2.1.4) Indicador de projetos sem sucesso.	$X = A$ Onde:	

	A = Número de projetos sem sucesso	
M2.1.5) Porcentagem do comprometimento do Gerente de Projeto.	$X = (A / B) * 100$ Onde: A = Número de questões B = Número de questões preenchidas	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo

A Fase 2 **Diagnóstico detalhado** possui duas atividades **Diagnosticar o problema de forma detalhada** e **Elaborar proposta da solução para o problema**. A atividade **Diagnosticar o problema de forma detalhada** possui como artefato de entrada o **Q1-Questionário da Fase 1** e como artefato de saída o **Q2-Questionário da Fase 2**. A atividade **Elaborar Proposta da solução para o problema** possui como artefato de entrada os dois questionários e para saída o artefato **PS-Proposta de Solução**.

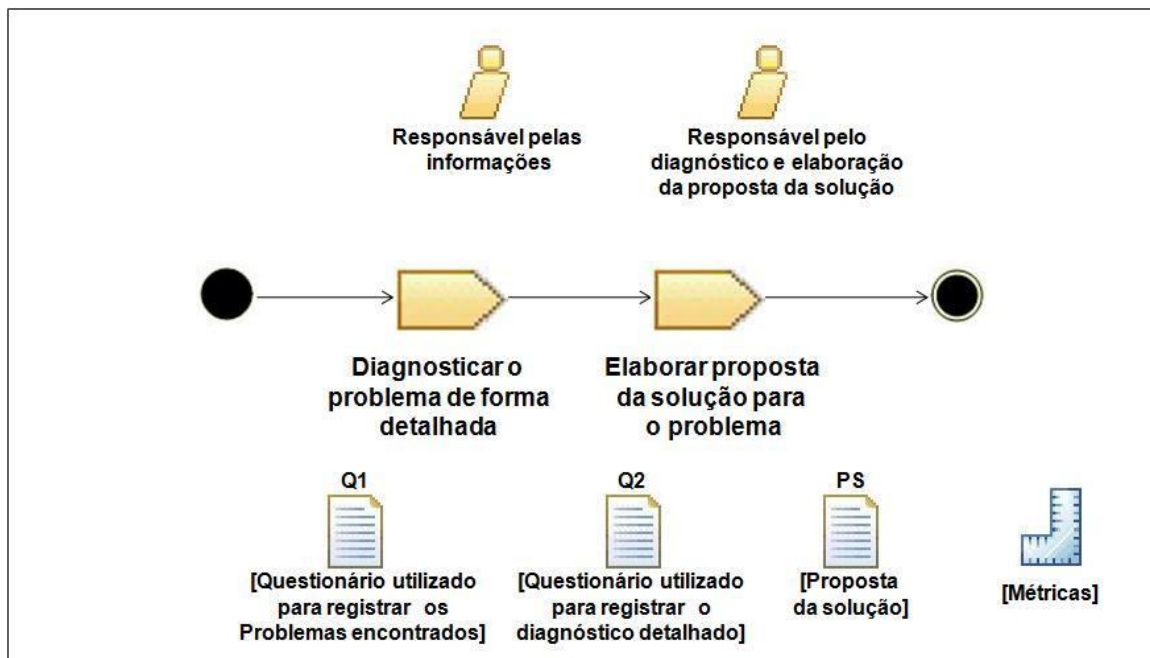


Figura 4.3. Diagrama da Fase 2: “*Diagnóstico detalhado*”.

A Figura 4.3 apresenta a representação do diagrama do processo e suas características e na Tabela 4.5 apresenta os passos dessa atividade.

Tabela 4.5. Atividades da Fase 2.

Atividades da Fase 2	
Propósito	O objetivo dessa fase é contextualizar o processo, verificar a qualificação da equipe técnica e o comprometimento do Gerente de Projeto.
Artefatos de entrada	Questionário da Fase 1
Artefatos de saída	Questionário da Fase 2, Proposta de Solução
Responsável	Responsável pelas informações, Responsável pelo diagnóstico e pela elaboração da proposta da solução
Participantes	Responsável pelas informações, Responsável pelo diagnóstico e pela elaboração da proposta da solução
1. Diagnosticar o problema de forma detalhada	Realizar entrevista com o responsável pela informações para identificar os pontos fracos e pontos fortes do processo, os resultados já alcançados e número de projetos com sucesso e número de projetos sem sucesso. Identificar a qualificação dos membros da equipe técnica que ficará responsável pela implementação do projeto de melhoria. Identificar o nível de comprometimento do gerente de projeto.
2. Elaborar proposta da solução para o problema	Baseado nas informações respondidas nos questionários dessa fase, propor uma solução para o problema identificado, que pode ser a implantação de um ou mais processos, capacitação de recursos humanos, aquisição de ferramentas para automação de processo e demonstrar os possíveis benefícios.

Após a conclusão dessa fase e total entendimento dos dados registrados no questionário, pode-se seguir para a fase seguinte. Os artefatos dessa fase encontram-se no Apêndice B.

4.2.3. FASE 3: ESTIMATIVA DO ROI

A Fase 3 possui como objetivo específico, identificar as metas à serem alcançadas com o projeto da melhoria de processo. Utilizando um questionário e baseado na **PS-Proposta de Solução**, verifica-se qual a expertise dos SQA, qual o nível de complexidade dos processos envolvidos para o MPS e verifica-se a existência de dados históricos. As metas a serem alcançadas podem ser ganho em produtividade, redução de retrabalho, otimização do processo e ganho em qualidade de produto. O resultado dessa fase é a *Baseline*¹ que servirá para elaboração do plano de projeto do MPS.

Essa fase deve ser conduzida por um papel com conhecimento em engenharia de software: um engenheiro de software que será responsável pela composição da *Baseline*.

¹ *Baseline* para esse trabalho consiste em todos os artefatos produzidos nas fases anteriores e mais os artefatos produzidos nessa fase.

Ao término dessa fase, espera-se obter uma visão dos objetivos específicos da MPS e quais metas foram definidas para atingir esses objetivos.

Os fatores de sucesso da Fase 3 visam avaliar aspectos das características do processo, como visto na Tabela 4.6.

Tabela 4.6. Fatores de Sucesso da Fase 3 – Questão 1.

Questão 1: Qual a característica da Organização?	
Métrica	Fórmula
M3.1.1) Indicador de complexidade do processo.	X = A Onde: A = (3) Muita complexidade (2) Complexo (1) Pouca complexidade (0) Nenhuma complexidade
M3.1.2) Indicador da expertise do SEPG.	X = A Onde: A = (3) Muito experiente (2) Experiente (1) Pouca experiência (0) Nenhuma experiência
M3.1.3) Indicador de existência de indicadores de qualidade.	X = A Onde: A = (3) Acima de três indicadores (2) Dois indicadores (1) Um indicador (0) Nenhum indicador

A Fase 3 *Estimativa do ROI* possui uma atividade *Estimar o ROI* que possui como artefatos de entrada o *PS-Proposta da Solução* e como artefato de saída o *Q3-Questionário* utilizado para identificar aspectos relevantes e a *BS-Baseline*. A Fase 3 tem o objetivo de registrar na *Baseline* os principais aspectos relevantes para indicar um melhor ROI para o Projeto de MPS.

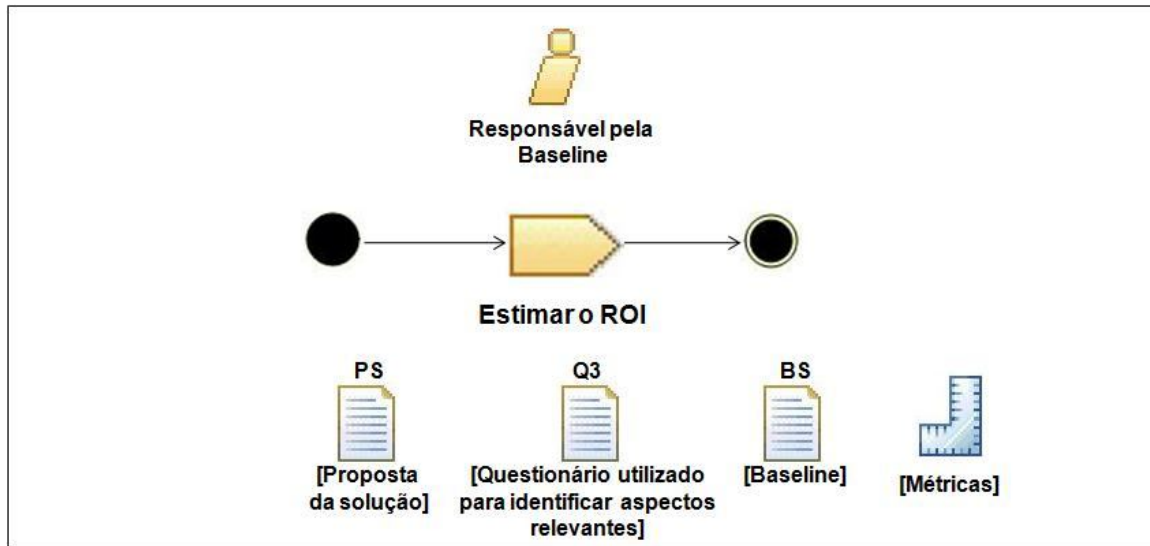


Figura 4.4. Diagrama da Fase 3: “*Estimativa do ROI*”.

A Figura 4.4 apresenta a representação do diagrama do processo e suas características e na Tabela 4.7 apresenta os passos dessa atividade.

Tabela 4.7. Atividade da Fase 3.

Atividade da Fase 3	
Propósito	O objetivo dessa fase é analisar a proposta de melhoria de processo.
Artefatos de entrada	Questionário da Fase 2 e Proposta da Solução
Artefatos de saída	Questionário da Fase 3 e <i>Baseline</i>
Responsável	Responsável pela Baseline
Participante	Responsável pela Baseline
1. Estimar o ROI	Analisar a proposta baseado no questionário da Fase 2 e na Proposta de Solução. Identificar a maturidade da organização no contexto de processo de software. Identificar a complexidade do(s) processo(s), identificar e classificar a expertise dos engenheiros de software como (Junior, Pleno e Sênior), verificar os resultados dos projetos que já foram realizados pela organização. Definir as metas da melhoria sugerida.

Após a conclusão dessa fase e total entendimento dos dados registrados na *Baseline*, pode-se seguir para a fase seguinte. Os artefatos dessa fase encontram-se no Apêndice C.

4.2.4. FASE 4: IMPLEMENTAÇÃO

A Fase 4 possui três objetivos específicos, sendo o primeiro elaborar o plano do projeto baseado na *Baseline*, *que é baseada nos questionários das fases anteriores*. O plano do projeto deverá seguir uma estrutura mínima recomendada para atender o PMBOK [PMBOK, 2004]. O segundo objetivo específico é executar e monitorar o projeto de MPS, não permitindo desvios dos objetivos traçados no plano, controlando o prazo estimado e os custos para não ultrapassar o orçamento previsto. O terceiro objetivo específico é analisar de forma objetiva os resultados do projeto de MPS, e caso os resultados não sejam satisfatórios, a ação recomendada é voltar para rever as expectativas da Fase 1 e dar continuidade até atender de forma satisfatória a necessidade do requisito de melhoria. Em caso satisfatório, preencher o ***RT-Relatório Técnico*** que será utilizado como base para a Fase 5. A melhoria de processo de software precisa ser gerenciada, portanto essa fase é tratada como um projeto que tem início e fim. Elabora-se o planejamento do projeto completo analisando escopo e seus limites, os papéis responsáveis, as atividades, o cronograma, os riscos identificados com suas mitigações, dessa forma se obtém o custo do projeto de melhoria.

Essa fase deve ser conduzida por dois papéis com conhecimento em engenharia de software: um engenheiro de software que será responsável pelo planejamento e análise dos resultados e a equipe de desenvolvimento de software. Ao término dessa fase, espera-se obter sucesso com a implementação da melhoria através de um projeto de MPS.

Foram definidos três fatores de sucesso para Fase 4. O primeiro fator de sucesso visa avaliar o status da elaboração do planejamento, como visto na Tabela 4.8. O segundo fator de sucesso visa avaliar a execução do projeto piloto, como visto na Tabela 4.9. O terceiro fator de sucesso visa avaliar o status da análise de resultados, como visto na Tabela 4.10.

Tabela 4.8. Fator de Sucesso da Fase 4 – Questão 1.

Questão 1: Qual a situação da elaboração do projeto?	
Métrica	Fórmula
M4.1.1) Indicador de Status da elaboração.	$X = A$ Onde: A = (2) Concluído (1) Em andamento (0) Não concluído

Tabela 4.9. Fatores de Sucesso da Fase 4 – Questão 2.

Questão 2: Qual a situação do projeto?		
Métrica	Fórmula	Interpretação
M4.2.1) Porcentagem de iterações concluídas	$X = (A / B) * 100$ Onde: A = Número de iterações planejadas B = Número de iterações concluídas	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
M4.2.2) Porcentagem de atividades concluídas	$X = (A / B) * 100$ Onde: A = Número de atividades planejadas B = Número de atividades concluídas	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
M4.2.3) Indicador de atividades concluídas acima do estimado	$X = A$ Onde: A = Número de atividades concluídas acima do estimado	

Tabela 4.10. Fator de Sucesso da Fase 4 – Questão 3.

Questão 3: Qual a situação da análise de resultados?	
Métrica	Fórmula
M4.3.1) Indicador de Status da análise	$X = A$ Onde: A = (2) Concluído (1) Em andamento (0) Não concluído

A Fase **Implementação** possui três atividades **Planejar projeto de melhoria**, **Executar projeto de melhoria** e **Analisar resultados do projeto de melhoria**. A atividade **Planejar projeto de melhoria** possui como artefato de entrada a **BS-Baseline** e como artefato de saída o **PP-Plano do Projeto de melhoria**. A atividade **Executar projeto de**

melhoria possui como artefato de entrada o **PP-Plano do Projeto de melhoria** e de saída o **RT-Relatório Técnico**. A atividade **Analisar resultados do projeto de melhoria** possui como artefato de entrada o **PP-Plano do Projeto de melhoria** e como artefato de saída o **RT-Relatório Técnico**.

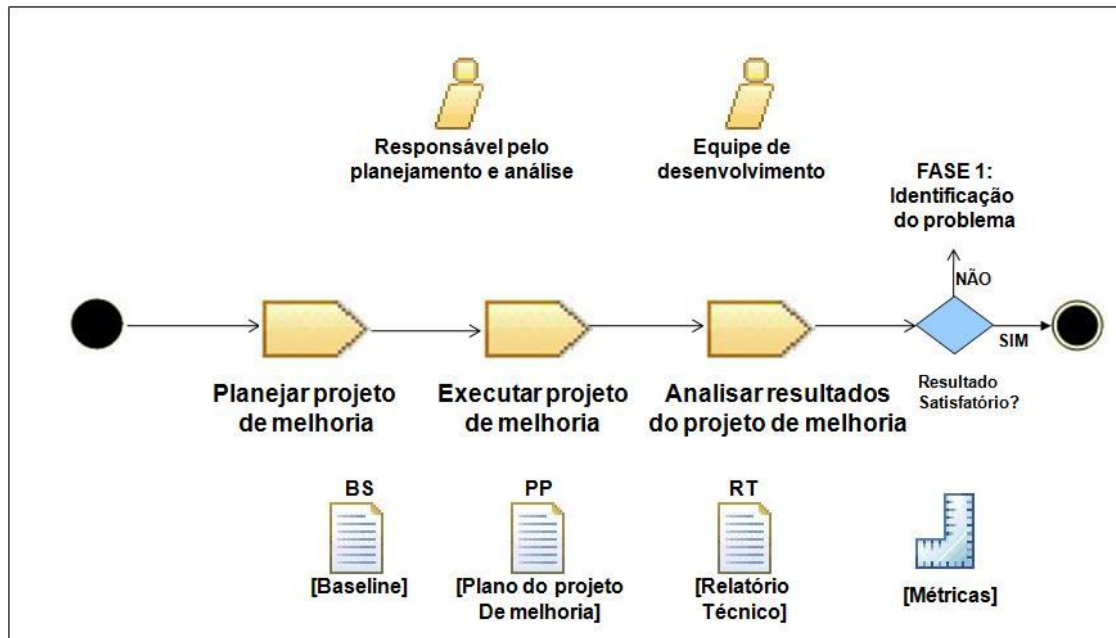


Figura 4.5. Diagrama da Fase 4: “Implementação”.

A Figura 4.5 apresenta a representação do diagrama do processo e suas características e a Tabela 4.11 apresenta os passos dessa atividade.

Tabela 4.11. Atividade da Fase 4.

Atividades da Fase 4	
Propósito	O objetivo dessa fase é implementar a proposta de solução num projeto de MPS para ser avaliado seus resultados.
Artefatos de entrada	BS-Baseline, PP-Plano de Projeto
Artefatos de saída	PP-Plano de Projeto, RT-Relatório Técnico
Responsável	Responsável pelo planejamento e análise, Equipe de desenvolvimento
Participantes	Responsável pelo planejamento e análise, Equipe de desenvolvimento
1. Planejar Projeto de melhoria	Elaborar um plano de projeto para atender os requisitos estabelecidos no escopo da <i>Baseline</i> de melhoria. O projeto deve cumprir os requisitos básicos de um projeto como análise de riscos, atividades referentes da melhoria de processo, cronograma, esforço, custo, etc.
2. Executar Projeto de melhoria	Executar o projeto de melhoria em um projeto real de software ou em uma iteração. Monitorar o projeto baseado nos indicadores.
3. Analisar Resultados do projeto de melhoria	Analisar os resultados do projeto de melhoria para satisfazer os objetivos da melhoria. Registrar os resultados no <i>RT - Relatório Técnico</i> e caso seja encontrado algum desvio, deverá voltar a Fase 1 para recomear.

Após a conclusão dessa fase e total entendimento dos dados registrados no questionário, pode-se seguir para a fase seguinte. Os artefatos dessa fase encontram-se no Apêndice D.

4.2.5. ENCERRAMENTO

A Fase 5 fase possui dois objetivos específicos, sendo o primeiro apresentar o Relatório das evidências do ROI para a alta direção da organização, demonstrando os objetivos alcançados e os não alcançados com sugestão de melhorias. O segundo objetivo é registrar as lições aprendidas a serem utilizadas nas próximas implementações.

Essa fase deve ser conduzida por um papel com conhecimento em engenharia de software: um engenheiro de software que será responsável pela análise e através da realização de uma reunião onde será apresentado o Relatório de evidências do ROI para os diretores da organização. Ao término dessa fase, espera-se obter sucesso na implementação do projeto de MPS e o registro das lições aprendidas.

O fator de sucesso visa avaliar o status do projeto de MPS, como visto na Tabela 4.12.

Tabela 4.12. Fator de Sucesso da Fase 5 – Questão 1.

Questão 1: Qual o resultado do projeto MPS?	
Métrica	Fórmula
M5.1.1) Indicador de sucesso do projeto de MPS	$X = A$ Onde: A = (1) Com sucesso (0) Sem sucesso

A Fase **Encerramento** possui somente uma atividade **Apresentar Resultados**. A atividade **Apresentar Resultados** possui como artefato de entrada o **RT-Relatório Técnico** e como artefato de saída o **RR-Relatório do ROI**.

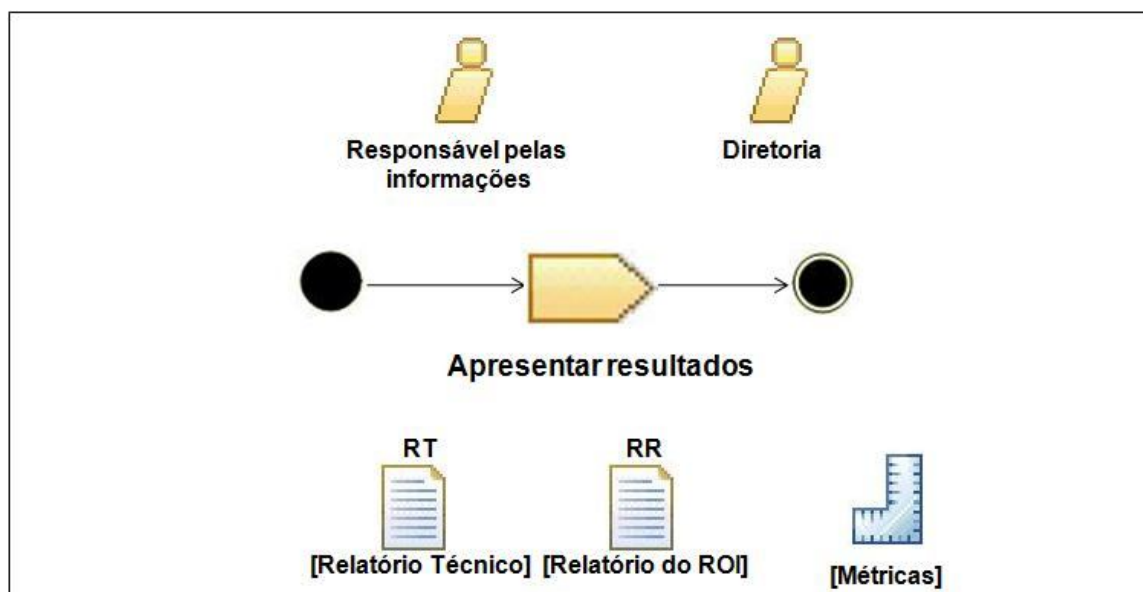


Figura 4.6. Diagrama da Fase 5: “Encerramento”.

A Figura 4.6 apresenta a representação do diagrama do processo e suas características e a Tabela 4.13 apresenta os passos dessa atividade.

Tabela 4.13. Atividade da Fase 5.

Atividade da Fase 5	
Propósito	O objetivo dessa fase é apresentar à Direção da Organização os resultados alcançados com o projeto de melhoria.
Artefatos de entrada	RT-Relatório Técnico
Artefatos de saída	RR-Relatório do ROI
Responsável	Responsável pelas informações, Diretoria
Participantes	Responsável pelas informações, Diretoria
1. Apresentar resultados	Realizar apresentação aos diretores da Organização os resultados do projeto de melhoria, enfatizando os objetivos alcançados com sucesso e dos não alcançados, apresentar de proposta de melhoria contínua e as lições aprendidas.

Após a conclusão dessa fase e total entendimento dos dados, é dado como encerrado o *FROISPI*. O artefato dessa fase encontra-se no Apêndice E.

4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentado o *FROISPI* como um framework para auxiliar a investigação de aspectos relevantes que justifiquem o ROI em MPS. Em seguida, foram apresentados os subprocessos das cinco fases do framework, junto com a representação do diagrama de processo, os indicadores para cada atividade e os resultados esperados. Vale ressaltar que não houve a intenção de definir indicadores para monitorar o gerenciamento de projetos de software.

Capítulo 5

Aplicação da Proposta

Neste capítulo são apresentadas as características da pesquisa adotada para aplicar a proposta *FROISPI*. Em seguida será apresentado o contexto de cada empresa pesquisada, demonstrando o cenário encontrado nas empresas, seus pontos fortes e pontos fracos e os resultados relevantes de cada empresa por fase. E por último as considerações finais desse capítulo.

5.1. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

Existem várias formas de classificar as pesquisas. No ponto de vista de sua natureza, classifica-se como uma **Pesquisa Aplicada**, pois objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos de cada caso. No ponto de vista de como foi abordado o problema, classifica-se como uma **Pesquisa Qualitativa**, pois a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Além de possuir um ambiente natural, a própria empresa é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Segundo Gil [Gil, 1991], no ponto de vista de seus objetivos, classifica-se como uma **Pesquisa Explicativa**, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o “porque” das coisas. Segundo o mesmo autor, no ponto de vista dos procedimentos técnicos, classifica-se como uma **Pesquisa Experimental**, pois determina objeto de estudo, variáveis que podem influenciar são selecionadas, define-se a forma de controle e de observação dos efeitos produzidos pelas variáveis.

Por se tratar de uma Pesquisa Experimental, o objeto de estudo foi orientado por cada problema distinto encontrado em cada uma das três empresas que foram utilizadas para experimentar o FROISPI. Entretanto, existe algo em comum entre as três empresas, trata-se da formulação de uma única Hipótese. Sabe-se que Hipóteses são suposições colocadas como respostas plausíveis e provisórias para o problema de pesquisa. Provisórias porque podem se confirmadas ou falseadas com o desenvolvimento da pesquisa. Segundo Luna, uma vez formulado o problema, propõe-se uma resposta suposta, provável e provisória (hipótese), que seria uma suposição de solução para o problema [Luna, 1997]. Portanto a questão formulada para o problema existente nas organizações é saber “Quando as organizações terão visibilidade do ROI dos investimentos em projetos de MPS?”. Essa resposta depende da experiência dos Analistas de Qualidades, depende da complexidade dos processos e do número de processos envolvidos. Portanto formulou-se a seguinte Hipótese, “**Aspectos sóciotécnicos influenciam no ROI em projetos de MPS**”.

5.2. PESQUISA EXPERIMENTAL

Foram selecionadas para participar do experimento do FROISPI três empresas de natureza distintas e geograficamente distribuídas. Apesar de todas desenvolverem software, as empresas possuem maturidades e capacidades de desenvolvimento bem diferentes. Todas as empresas foram submetidas às fases do FROISPI apresentadas no capítulo 4, entretanto, uma empresa concluiu até a Fase 4 e ainda continua fazendo melhorias, uma empresa concluiu o FROISPI. A empresa que não concluiu o FROISPI alegou dificuldades em cumprir com prazos exigidos e não tratou a pesquisa como uma atividade prioritária. A seguir serão demonstradas as características de cada empresa, seus problemas, seus processos e resultados obtidos com o FROISPI.

5.2.1. EMPRESA A

A primeira empresa denominada como *Empresa A*, está localizada na cidade de Recife, no estado de Pernambuco. Trata-se de uma organização privada de inovação que cria produtos, processos, serviços e empresas usando Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Atua a mais de 10 anos no cenário nacional e internacional, interligando centros de inovação, utilizando a rede de conhecimento para realizar projetos de desenvolvimento conectados com o futuro, com qualidade e agilidade. A empresa possui CMMI 3 em uma unidade de desenvolvimento da organização.

Em conformidade ao atendimento das fases do FROISPI, a seguir serão mostrados os resultados de cada fase da Empresa A.

FASE 1: Identificação do problema

- 1) A empresa apresentou como objetivos estratégicos os seguintes itens:
 - Garantir aderência ao nível 3 do Modelo de Qualidade CMMI;
 - Manter e melhorar continuamente o processo da organização gerando processos que agreguem valor aos projetos;
 - Introduzir práticas de métodos ágeis;
 - Promover aumento de produtividade;
 - Obter um maior envolvimento dos colaboradores e gerências na melhoria dos processos;
 - Ampliar a participação de todos os colaboradores na melhoria contínua do processo através do trabalho colaborativo do SEPG;
 - Prover orientações para a definição e manutenção do processo padrão da organização;
- 2) A empresa apresentou os seguintes problemas em seu processo:
 - Os processos de engenharia estavam com pouco nível de detalhe;
 - Não havia um fluxo macro com o relacionamento entre os subprocessos;
 - Algumas técnicas e procedimentos não estavam documentados;

- O processo não estava sendo seguido por todos os projetos;
- O nível de adaptação de processo era muito isolado por projeto. Não havia uniformidade organizacional;
- Não havia uso sistemático de dados históricos.

3) A empresa citou os seguintes processos com problemas:

- Subprocesso de Requisitos; Subprocesso de Análise e Projeto; Subprocesso de Implementação; Subprocesso de Testes.

Observação: Os demais subprocessos como Planejamento de Projeto, Monitoração e Controle de Projeto, Controle de Qualidade e Gerência de Configuração estavam bem definidos e institucionalizados.

4) A empresa apresentou as seguintes expectativas dos diretores sobre ROI em projeto de MPS.

- Não havia nenhum dado quantitativo em relação ao retorno de investimento;
- A expectativa da organização estava focada em atingir os objetivos estratégicos listados no item 1, mas, nenhum dado numérico foi associado a eles.

5) A empresa informou possuir orçamento acima de R\$ 250.000,00 para o investimento em MPS.

FASE 2: Diagnóstico detalhado

1) A empresa relatou os seguintes pontos fortes e pontos fracos do processo:

- Pontos Fortes:
 - Um bom nível de detalhe nos subprocessos de gestão de projetos, garantia da qualidade e gerência de configuração;
 - Processo bem conhecido pela organização;
 - Uma boa quantidade de guias disponíveis para os usuários.
- Pontos Fracos:
 - Processo não aplicável a todos os tipos de projetos da organização;
 - Falta de práticas ágeis nos processos atuais;
 - Falta de ferramentas para automatizar os processos atuais.

2) A empresa relatou os esforços já realizados para melhorar o processo.

- Alocação de um gerente de projeto de melhoria;
- Criação do SEPG com formação multidisciplinar;
- A participação de membros das equipes de projeto como consultores na definição dos processos;
- Treinamentos do CMMI para os membros do SPEG.

3) A empresa não relatou o número de projetos que obtiveram sucesso executando o processo observado.

4) A empresa não relatou a qualificação dos membros da equipe de desenvolvimento de software que seria executado o processo no Projeto de MPS.

5) A empresa relatou de forma inadequada sobre o grau de comprometimento dos gerentes de projetos, diante do cenário relatado nos problemas dos processos e demais dificuldades. Portanto a resposta não foi considerada.

Neste ponto a *Empresa A* deixou de participar da pesquisa. Deixando de forma evidente, que a pesquisa não foi vista como algo que pudesse colaborar para melhorar o desempenho do departamento de qualidade da organização. Entretanto, os dados iniciais serviram para pesquisa.

5.2.2. EMPRESA B

A segunda empresa denominada *Empresa B* está localizada na cidade de Manaus, no estado do Amazonas. Trata-se de uma organização privada, sem fins lucrativos, está voltada para o desenvolvimento de pesquisa e serviços tecnológicos e comprometida com o crescimento da competitividade de empresas e organizações na região amazônica. A empresa possuiu uma iniciativa em MPS apoiada por uma consultoria com o objetivo de obter avaliação no CMMI 2, porém houve uma mudança estratégica da organização e não foi renovado o contrato da consultoria.

Em conformidade ao atendimento das fases do FROISPI, a seguir serão mostrados os resultados de cada fase da Empresa B.

FASE 1: Identificação de problema
1) A empresa apresentou como objetivos estratégicos os seguintes itens: • Atender as expectativas dos clientes relacionadas a qualidade e ao prazo de entrega dos produtos e serviços. 2) A empresa apresentou os seguintes problemas em seu processo: • No geral os problemas do processo de desenvolvimento de software são reportados como: muito burocrático; excesso de controles; falta de ferramentas para tratar requisitos e métricas. 3) A empresa citou os seguintes processos com problemas: A empresa apresentou o seu processo e alegou que precisava de uma revisão geral. 4) A empresa apresentou as seguintes expectativas dos diretores sobre ROI em um projeto de MPS. Atender a satisfação e expectativa do cliente na entrega de produtos de software com qualidade e nos prazos acordados, buscando melhorar especificamente o desempenho no processo de desenvolvimento de software com o objetivo de aumentar a qualidade dos produtos, reduzindo a quantidade retrabalhos e defeitos normalmente gerados nas diversas fases do ciclo de desenvolvimento 5) A empresa informou possuir orçamento de até R\$ 150.000,00 para o investimento em MPS.
FASE 2: Diagnóstico detalhado
1) A empresa relatou os seguintes pontos fortes e pontos fracos do processo: • Pontos Fortes: • Processo de configuração e ambiente (CM) separado do controle de mudança; • Existência de artefatos para todos os processos e inclusive artefatos de segurança da informação (<i>Protection Profile</i> e <i>Security Targer</i>); • Introdução de conceitos/praticas de metodologias ágeis. • Pontos Fracos: • Falha de visão macro do processo; • Excesso de controles e falta de ferramentas para tratar requisitos e métricas.

- 2) A empresa relatou os esforços já realizados para melhorar o processo.
 - A empresa realizou uma força tarefa formada por um grupo de aproximadamente 8 técnicos (SEPG's, PPQA's, Gerentes de Projetos, Arquitetos, Analistas, Desenvolvedores, Gerente de Configuração, Gerente de Teste), que propuseram melhorias/revisões para todas as disciplinas do processo. Mas até o momento não foi possível evidenciar as melhorias através de projetos, somente pelo depoimento da equipe técnica da fábrica de software.
- 3) A empresa relatou o número de projetos que obtiveram sucesso executando o processo observado.
 - A empresa usou o processo em 12 projetos e em sete projetos obtiveram sucesso, os outros cinco projetos apresentaram problemas com a monitoração e controle, ficando a cargo de heróis para concluir os projetos.
- 4) A empresa relatou a qualificação dos membros da equipe de desenvolvimento de software que seria executado o processo no Projeto de MPS.
 - A empresa possui oito Gerentes de Projetos com formação PMP, dois *Scrum Master*, um Analista com formação em UML, também possui doze desenvolvedores com formação em JAVA, e um profissional com formação em ITIL.
- 5) A empresa relatou sobre o grau de comprometimento dos gerentes de projetos, diante do cenário relatado nos problemas dos processos e demais dificuldades.
 - Existe *muita* preocupação com a satisfação do cliente;
 - Existe *muita* preocupação em atender os requisitos de software estabelecidos;
 - Os Gerentes de Projetos registram na sua *totalidade* as solicitações de alteração de requisitos de software;
 - Os Gerentes de Projetos cumprem prazos e marcos estabelecidos e firmados em cronogramas de forma *mediana*;
 - Os Gerentes de Projetos monitoram os custos/orçamento estabelecidos no Projeto de forma *mediana*;
 - Os Gerentes se preocupam *muito* com a qualidade do produto no qual são responsáveis;
 - Os Gerentes se preocupam *muito* com a produtividade da equipe na execução do processo;
 - Os Gerentes se preocupam com a satisfação do colaborador de forma *mediana*;
 - Existe *muito* comprometimento com o sucesso dos Projetos para melhorar a imagem da Organização diante do mercado por parte dos Gerentes.

Como *Proposta de Solução*, foi sugerida a implementação de uma metodologia Ágil, pois dessa forma alguns problemas já citados poderiam ser sanados com a implementação do SCRUM [Scwaber, 1995].

FASE 3: Estimativa do ROI

Em conformidade ao atendimento da terceira fase do FROISPI, foi apresentado o Q3-Questionário (Apêndice C), onde foram coletados o nível de expertise dos SQA e dos membros do SEPG e qual o nível de complexidade dos processos envolvidos para o MPS e verificar a existência de dados históricos dos indicadores de qualidade. O segundo objetivo era definir as metas que seriam alcançadas com o MPS. As seguintes metas foram definidas para a Empresa B: Ganho em produtividade; Redução de retrabalho; e Ganho em qualidade de produto.

A empresa possui um Processo classificado como *Complexo*, pois apesar de possuir processos bem definidos e bem documentados, apresentava muita burocracia e tinha algumas ações duplicadas (identificação de riscos para o projeto no Processo do Planejamento e no Processo de Riscos). Além disso, o Processo possui mais de vinte indicadores de qualidade e os SQA e membros do SEPG apresentam

muita experiência no Processo.

FASE 4: Implementação

Em conformidade ao atendimento da quarta fase do FROISPI e com base na *Baseline* da fase anterior, foi elaborado o Plano de Projeto do MPS seguindo recomendações básicas do PMBOK [PMBOK, 2004]. O plano contemplava três macros ações, sendo: Capacitação, Mudança no Processo e experimento em Projeto Piloto de desenvolvimento de software.

- A Capacitação foi realizada com o intuito de certificar os colaboradores na metodologia ágil SCRUM (*Scrum Master*).
- As Mudanças em alguns processos chaves como Planejamento, Monitoração e Controle, Riscos e Medição receberam melhorias para atender a nova metodologia.
- Em seguida, as mudanças foram validadas em dois Projetos Piloto de desenvolvimento de software.

Os problemas encontrados foram identificados e analisados para ajustar o processo. Apesar do FROISPI ainda não ter sido concluído, foi considerado que a continuidade do FROISPI tenderia alcançar o sucesso.

5.2.3. EMPRESA C

A empresa denominada *Empresa C* está localizada na cidade de João Pessoa, no estado da Paraíba. Trata-se de uma organização privada com grande experiência no mercado de Desenvolvimento de Soluções Governamentais (e-Gov). Pioneira no Nordeste em desenvolvimento de projetos de gestão para grandes entidades do setor público. Seus produtos possuem grande aceitação nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e no Maranhão. No ano de 2008, a *Empresa C* participou de grande projeto de MPS e foi avaliada com sucesso no nível G do MPS.BR.

Em conformidade ao atendimento das fases do FROISPI, a seguir serão mostrados os resultados de cada fase da Empresa C.

FASE 1: Identificação do problema

1) A empresa apresentou como objetivos estratégicos os seguintes itens:

- Controle sobre as atividades, custos e orçamentos, estimativas para os projetos;
- Centralização do conhecimento na empresa;
- Vantagem competitiva;
- Redução de retrabalho nos projetos;
- Melhoria nos prazos de atendimento;
- Diminuição no custo de desenvolvimento;
- Aumento da qualidade do trabalho;
- Controle de gestão; Certificações, etc.

2) A empresa apresentou os seguintes problemas em seu processo:

- Representação não-adequada do processo à realidade atual. A representação não esclarece completamente uma melhor forma de comunicar o que deve ser feito.
- 3) A empresa citou os seguintes processos com problemas:
- Enviado em anexo a este documento
- 4) A empresa apresentou as seguintes expectativas dos diretores sobre ROI em um projeto de MPS.
- Certificação e melhor adequação às exigências do mercado.
- 5) A empresa informou possuir orçamento de até R\$ 150.000,00 para o investimento em MPS.

FASE 2: Diagnóstico detalhado

- 1) A empresa os seguintes pontos fortes e pontos fracos do processo:
- Pontos Fortes:
 - Intranet do Processo ajuda na institucionalização;
 - Padronização no processo de desenvolvimento de software para tecnologias diferentes;
 - Melhor controle e reuso do processo;
 - Maior agilidade na construção de software;
 - Pontos Fracos:
 - Representação fraca;
 - Algumas boas práticas de ES somente para processos de gerência de projetos e gerência de requisitos
- 2) A empresa relatou os esforços já realizados para melhorar o processo.
- Os esforços atuais concentram-se no treinamento e capacitação dos recursos envolvidos no processo para execução das atividades de acordo com as melhores práticas para implementar o nível G do MPS.BR.
- 3) A empresa relatou o número de projetos que obtiveram sucesso executando o processo observado.
- A empresa usou o processo em 13 projetos e em cinco projetos obtiveram sucesso, os outros oito projetos apresentaram problemas com a monitoração e controle, especificamente na execução das tarefas, impactando assim no cronograma e prazos.
- 4) A empresa relatou a qualificação dos membros da equipe de desenvolvimento de software que seria executado o processo num Projeto Piloto.
- A empresa possui trinta e uma pessoas certificadas, mas não foi especificada qual tecnologia.
- 5) A empresa relatou sobre o grau de comprometimento dos gerentes de projetos, diante do cenário relatado nos problemas dos processos e demais dificuldades.
- Existe uma preocupação *total* com a satisfação do cliente;
 - Existe uma preocupação *total* em atender os requisitos de software estabelecidos;
 - Os Gerentes de Projetos registram na sua *totalidade* as solicitações de alteração de requisitos de software;
 - Foi informado que os Gerentes de Projetos possuem o comprometimento *baixíssimo* no cumprimento de prazos e marcos estabelecido e firmado em cronograma;
 - Foi informado que os Gerentes de Projetos possuem o comprometimento *baixíssimo* na monitoração dos custos/orçamento estabelecidos no Projeto;
 - Os Gerentes se preocupam *muito* com a qualidade do produto no qual são responsáveis;
 - Os Gerentes se preocupam *totalmente* com a produtividade da equipe na execução do processo;
 - Os Gerentes se preocupam com a satisfação do colaborador de forma *mediana*;
 - Os Gerentes são *totalmente* comprometimento com o sucesso dos Projetos para melhorar a imagem da Organização diante do mercado.

Como *Proposta de Solução* e para atender os objetivos estratégicos da empresa, um novo processo foi definido para ser aderente ao nível G do MPS.BR. A empresa recebeu consultoria de uma Instituição Implementadora.

FASE 3: Estimativa do ROI

Em conformidade ao atendimento da terceira fase do FROISPI, foi apresentado o questionário (Apêndice C), onde foram coletados o nível de expertise dos SQA e dos membros do SEPG e qual o nível de complexidade dos processos envolvidos para o MPS e verificar a existência de dados históricos dos indicadores de qualidade. O segundo objetivo era definir as metas que seriam alcançadas com o MPS, tais como ganho em produtividade; redução de retrabalho; e ganho em qualidade de produto.

O resultado dessa fase é a *Baseline* que serviu para elaborar o plano de projeto do MPS, contendo três macros ações, sendo: Capacitação, Definição do Processo e experimento em Projeto Piloto. A Capacitação foi realizada com o intuito de introduzir aos analistas da empresa os processos Gerência de Requisitos e Gerência de Projetos do Modelo MPS.BR. A definição de um novo processo, refinado dos processos existentes nas cinco unidades de negócios da empresa. Em seguida, foram executados Projetos Pilotos de desenvolvimento de software utilizados na Avaliação Oficial do MPS.BR.

A empresa tinha um Processo classificado como *Muito Complexo*, pois na verdade, cada unidade de negócio possuía um processo e não havia registro histórico dos projetos. Além disso, algumas práticas de gerência de projetos não eram executadas.

FASE 4: Implementação

Em conformidade ao atendimento da quarta fase do FROISPI, com base do *Baseline* foi elaborado o Plano de Projeto de MPS seguindo recomendações básicas do PMBOK [PMBOK, 2004]. O plano contemplava a implementação dos Processos do nível G do Modelo MPS.BR. Em seguida foi executado em até dois projetos pilotos de desenvolvimento de software e os problemas encontrados foram identificados e ajustados e o processo foi preparado para a Avaliação oficial do MPS.BR.

FASE 5: Encerramento

A empresa foi avaliada em dezembro de 2008 em 38 itens de avaliação, onde 36 itens foram considerados *Totalmente Implementado* e apenas 2 itens foram considerados *Largamente Implementado*. Como primeiros indícios de ROI, houve redução de retrabalho, redução de custos, o monitoramento de projetos melhorou e as auditorias de qualidades estão sendo realizadas com mais tranquilidades. O FROISPI foi aplicado com sucesso.

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentada a aplicação do FROISPI em três empresas com culturas e maturidades bem distintas, os resultados obtidos em cada aplicação bem como as dificuldades. A Empresa A e a Empresa B não concluíram o FROISPI, mas a Empresa C concluiu e obteve uma avaliação oficial do nível G do MPS.BR. As métricas coletadas na execução do FROISPI encontram-se no Anexo A.

Capítulo 6

Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado nesta dissertação. Serão apresentadas também as considerações finais desse trabalho. Será apresentado um panorama sobre os aspectos relevantes de ROI em MPS. As principais dificuldades encontradas durante a aplicação da pesquisa. E por último as perspectivas futuras nessa área.

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação apresentou a proposta FROISPI, com o objetivo de colaborar na identificação dos aspectos relevantes que possam influenciar no ROI em projetos de Melhoria de Processo de Software. Foi elaborado baseado nos conceitos de *ROI Methodology* [Phillips, 2007], IDEAL [McFeeley, 1996] e DMAIC [Tayntor, 2005], utilizando a metodologia de *David Rico* em *ROI of SPI* [Rico, 2004] e uma seleção de medições utilizadas em Processo de Software [Florac e Carleton, 1999].

O desenvolvimento do trabalho buscou atender a quatro objetivos específicos:

- Pesquisar o estado da arte sobre Retorno sobre o Investimento em Melhoria de Processo de Software;
- Definir o *FROISPI - Framework Return on Investment of Software Process Improvement*, que é constituído por cinco fases: *Identificação do Problema; Diagnóstico Detalhado; Estimativa do ROI; Implementação e Encerramento*;
- Aplicar o FROISPI como Estudo de Caso em três empresas sendo uma empresa do Amazonas, uma empresa da Paraíba e uma de Pernambuco.
- Avaliar e comparar os resultados coletados no Estudo de Caso e propor os fatores que podem influenciar o ROI em MPS

Infelizmente o FROISPI não teve sucesso absoluto, pois uma Empresa A decidiu tratar a pesquisa acadêmica como algo não prioritário, causando atrasos nas entregas dos questionários e não observando o benefício que a pesquisa acadêmica poderia trazer para a organização. A Empresa B conseguiu concluir as quatro fases do FROISPI, mas por possuir um ciclo mais longo de projetos, não conseguiu fazer o Encerramento. Isso foi um dos fatores de complicação para o fechamento da dissertação. Entretanto, a Empresa C conseguiu executar todas as fases do FROISPI, por possuir ciclos pequenos de projetos e com isso facilitou o acompanhamento e controle do projeto de MPS. A empresa monitorou todos os custos durante o projeto e agora, depois de ter sido avaliada no nível G do MPS.BR, pôde observar os primeiros indícios do ROI.

A proposta do FROISPI apresentou falhas na consolidação dos resultados, forçando a utilização de planilhas eletrônicas e na formulação de gráficos gerenciais sugeridas pelos próprios utilizadores.

6.2. ASPECTOS RELEVANTES DE ROI EM MPS

Segundo Oliveira a utilização de Metodologias Ágeis como o SCRUM, tem demonstrado melhoras significantes no desempenho do *Scrum Team* e na qualidade do produto final. Indicadores criados para os processos Gerência de Projeto e Gerência de Requisitos promoveram importantes *feedback* para a equipe, que apóiam na tomada de decisão e buscam a melhoria contínua [Oliveira *et al*, 2008].

Uma boa iniciativa para aumentar o ROI em MPS é orientar as organizações a investirem em métodos e técnicas que busquem a redução do retrabalho e o tempo de desenvolvimento [Peixoto *et al*, 2008]. A utilização de técnicas de detecção e prevenção efetiva de defeitos é fundamental para atender a metas de prazos, custo e qualidade. As técnicas de prevenção e detecção de defeitos como, por exemplo, a Inspeção de Software [Gilb e Graham, 1993], medição de defeitos [McGarry *et al*, 2001] e análise causal de defeitos [Card, 1998] se antecipam a detecção dos defeitos e permitem a redução do custo na detecção, evitando sua propagação do defeito para as fase seguintes do desenvolvimento do software, onde o custo de correção é bem mais alto. Pois segundo Boehm e Basili, o retrabalho representa 80% dos 20% encontrados nos defeitos[Boehm e Basili, 2001]. Eliminando esses defeitos obtém-se um resultado bastante significativo na melhoria da qualidade e na redução dos custos do projeto [Card, 1998].

Uma demonstração de sucesso em aplicar técnicas de Engenharia de Software para obter melhoria de processo foi apresentada pela empresa BL Informática [Ferreira *et al*, 2007], que começou seu programa de melhoria motivada pelos benefícios esperados de um programa de qualidade e pelas necessidades de seus clientes. A empresa obteve certificação ISO 9001:2000 em 2004, depois focou na implementação das práticas requeridas pelo nível F do MPS.BR em 2004 e por último objetivou o CMMI nível 3 em 2006. Obviamente que para uma empresa alcançar esse êxito em tão pouco tempo, precisa de um esforço muito grande, determinação e uma cultura organizacional. Alguns benefícios das estimativas de custo e tempo resultantes da aplicação de técnicas de análise do valor agregado [PMBOK, 2004]. Essa técnica usada para medir desempenho e para ajudar o gerente de projeto a monitora e controlar o projeto. Atualmente os projetos custam 54% menos do que antes, fazendo com que a organização utilizar melhor os recursos.

Os ganhos em produtividade são mais evidentes quando as organizações alcançam níveis mais elevados de maturidade [Chrissis *et al*, 2006], e que alguns fatores podem influenciar na produtividade, como por exemplo: linguagem, tamanho do projeto, uso de ferramentas, problemas técnicos e outros. Sendo assim, os benefícios da produtividade só foi visto na conclusão do CMMI nível 3 [Ferreira *et al*, 2007], que mostram que as pessoas estão produzindo 57% mais do que antes.

Os resultados obtidos pela BL Informática foram extraordinários, pois para calcular o ROI, foram considerados os custos com treinamentos externos, consultoria e o valor das avaliações. Com isso, houve um aumento de novos projetos de 200% e principalmente um aumento no faturamento de 2695% [Ferreira *et al*, 2007].

Algumas metodologias buscam um alinhamento mais adequado dos objetivos estratégicos da organização com os objetivos da MPS nas organizações. Tais iniciativas são: Projeto Vasie [Blanco *et al*, 2001], o modelo ASPE/MSD [Weber, 2005], aplicação da QFD em MPS [Liu *et al*, 2005], o Projeto MARES [Anacleto e Wangenheim, 2005] e a abordagem ABC Model para MPS [Tuan *et al*, 2006].

6.3. CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

Observou-se que as empresas que obtiveram comprometimento durante a execução do FROISPI, passaram a dar mais importância para as atividades do SEPG, no sentido de valorar os esforços empregados nas atividades de revisões de processos, na elaboração de descrições de processos, controle e acompanhamento de projetos, realizarem medições ou de alguma nova atividade do projeto.

Por ser tratar de um experimento aplicado na empresa, observou-se que os próprios utilizadores, adquiriram mais conhecimento de algumas técnicas de Engenharia de Software que foram utilizadas durante a execução do projeto.

Os aspectos identificados e evidenciados em outros trabalhos acadêmicos, só corroboraram para justificar o grau de importância que se deve dar, na simples intenção de propor mudanças em processo de software. A utilização de técnicas mencionadas, as “Boas Práticas”, sendo aplicadas de forma responsável, garante um sucesso esperado.

6.4. DIFICULDADES ENCONTRADAS

No início dos trabalhos, algumas empresas apresentaram certas resistências em aplicar um experimento em suas organizações. Em um caso específico, houve até *vídeo conferência* para apresentar a proposta ao gerente da Fábrica de Software. Além disso, os próprios utilizadores resistiram em ter que seguir um novo framework. Foi necessária a aprovação da Diretoria e aí passou a ser determinado a colaboração dos utilizadores no FROISPI.

As dificuldades já mencionadas no atraso da entrega dos questionários por parte de uma empresa impactou também no trabalho da dissertação. Ficou claro que faltou interesse em participar do experimento.

Mas a principal dificuldade foi a realização do experimento em três locais geograficamente distintos. Houve a necessidade de viajar duas vezes para acompanhar e fazer com que as atividades não parassem. Pois remotamente apresentou-se como um acompanhamento de muito risco de sucesso para trabalho.

6.5. PERSPECTIVAS FUTURAS

Um objetivo que não foi explicitado é a definição de uma proposta de um modelo de estimativa de ROI em MPS. Para que isso possa acontecer, foi elaborada essa proposta na dissertação com o objetivo de identificar os aspectos relevantes que possam impactar no ROI de MPS. Como a proposta foi experimentada em um número mínimo de empresas, existe a real necessidade de realizar o experimento em um número maior de empresas, para poder observar outros cenários e novos desafios.

Esse experimento será iniciado em maio de 2009, com 5 empresas desenvolvedoras de software, participantes do *AmazonSoft – Pólo de Software do Amazonas*. O experimento será executado em paralelo com o projeto de implementação de MPS.BR junto as empresas. O experimento contará com três estagiários para acompanhar a execução e coletar indicadores. Esses dados formarão uma massa critica e que servirá para refinar mais a proposta. Dessa forma, poderemos propor para uma continuidade e aprofundar os estudos em um doutoramento com o objetivo de definir um modelo de estimativa de ROI em MPS.

Referências Bibliográficas

- Aguiar, 2001 Aguiar, S. **“Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma”**. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento Gerencial, 1 ed., 2001.
- Alves, 2007 Alves, Carina, **“Um Framework de Engenharia de Requisitos para Desenvolvimento de Produto de Software”**. PBQP – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade em Software, 2007.
- Ambler, 1999 Ambler, Scott W. **“More Process Patterns”**. Cambridge: Cambridge University Press, 369 p., 1999.
- Anacleto e Wangenheim, 2005 Anacleto, A. e Wangenheim, C. G. V. **“Metodo e Modelo de Avaliação para Melhoria de Processo de Software em Micro e Pequenas Empresas”**, Universidade Federal de Santa Catarina, IV SBQS – IV Concurso de Teses e Dissertações em Qualidade de Software, 2005
- Anandaranjan e Wen, 1999 Anandarajan, A.; Wen, H. J., **“Evaluation of information technology investment”**. Management Decision, v.37, n.4, p.329-37, 1999
- Armistead *et al*, 1995 Armistead, Colin; Harrison, Alan; Rowlands, Philip. **“Business process re-engineering: lessons from operations management”**. Bradford: International Journal of Operations & Production Management; v. 15, n. 12, p. 46-58, 1995.
- Assaf, 2000 Assaf, Alexandre Neto. **“Matemática Financeira e suas Aplicações”**. São Paulo: Atlas, 2000.
- Baetjer, 1998 Baetjer, S., **“Process Patterns: Building Large-Scale Systems Using Object Technology”**, Cambridge, University Press/SIGS Books, 1998.
- Basili e Caldiera, 1995 Basili, V. R. e Caldiera, G. **“Improve Software Quality by Reusing Knowledge and Experience”**, Sloan Management Review, V. 37, N. 1, pp. 55-64, 1995.
- Basili e McGarry, _____ e McGarry F., **“The Experience Factory: How to**

- 1998 **Build and Run One.** Tutorial TF01, 20th International Conference on Software Engineering (ICSE'98), Kyoto, Japan, 1998.
- Basili e Rombach, 1988 _____, e Rombach, H. D., “**The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments**”. IEEE Transactions on Software Engineering, SE-14(6), 1988.
- Basili e Weiss, 1984 _____, e Weiss, D., “**A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data**”, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 10, No. 3, Nov, pp. 728-738, 1984.
- Basili *et al*, 1992 _____,; Caldiera, G.; Rombach, H. D. **The Experience Factory**, 1992
- Basili *et al*, 1994 _____, Caldeira, G., Rombach, H. D., “**Goal Question Metric Paradigm, Encyclopedia of Software Engineering**”, 2 Volume Set, John Wiley & Sons, Inc, 1994.
- Basili, 1989 _____, “**Software development: a paradigm for the future**”. In: Proceedings of the Annual International Computer Software and Applications Conference, 13, pp. 471-485, Orlando, USA, 1989.
- Basili, 1992 _____, “**Software Modeling and Measurement: The Goal/Question/Metric Paradigm**”. Technical Report CS-TR-2956, Department of Computer Science, University of Maryland, College Park, MD 20742, September, 1992.
- Basili, 1994 Basili, V. “**The Maturing of the Quality Improvement Paradigm**” in the SEL. Presentation, Nokia Research Centre: Software Engineering Workshops, Helsinki, Finland, 1994.
- Basili, 1999 _____, “**Lecture material of the course on A Quantitative Approach to Software Management and Engineering**”, Department of Computer Science, University of Maryland, 1999.
- Beretta, 2002 Beretta, Sergio. “**Unleashing the integration potential of ERP system**”. Bradford: Business Process Management Journal; v. 8, n. 3, p. 254-277, 2002.
- Blanco *et al*, 2001 Blanco, M, Gutiérrez, P., Satriani, G., “**SPI Patterns: Learning from Experience**”, European Software Institute, IEEE Software, 2001
- Boehm e Basili, 2001 Boehm, B. e Basili, V. R., “**Software Defect Reduction Top**

- 10 List”, IEEE Computer**, vol 34 (Jan), pp 135-137, 2001
- Borges, 2003 Borges, E. P. **“Um modelo de medição para processos de desenvolvimento de software”**. UFMG, 2003
- Briand *et al*, 1995 Briand, L.; Emam, K. El; Melo, W. L., **“AINSI An Inductive Method for Software Process Improvement: Concrete Steps and Guidelines”**. Maryland, Computer Science Dep. University of Maryland, 1995.
- Briand *et al*, 1996 _____, Differding, C. M., Rombach, H. D., **“Practical Guidelines for Measurement-Based Process Improvement”**. Software Process, 2(4), December, 1996.
- Campos, 1992 Campos, V. F. **“TQC: Controle da Qualidade Total” (no estilo japonês)**. Fundação Cristiano Ottoni, 6ª Edição, 1992.
- Campos, 1999 _____. **“TQC – Controle da qualidade total”**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 7 ed., 1999.
- Capra, 1998 Capra, F. **“A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos”**. São Paulo: Cultrix, 1 ed., 1998.
- Card, 1998 Card, D. N. **“Learning from our mistakes with defect causal analysis”**, IEEE Software, vol 15 (No. 1), pp 56-63, 1998
- Casaroto Filho e Kopittke, 2000 Casaroto Filho, N. e Kopittke, B. H., **“Análise de Investimento. Matemática Financeira. Engenharia Econômica. Tomada de Decisão. Estratégia Empresarial”**. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- Clemente, 1998 Clemente, Ademir (organizador). **“Projetos empresariais e públicos”**. São Paulo: Editora Atlas, 1998.
- Clements, 2004 Clements, P., **“Calculating Return on Investment for Software Product Lines”**. Third Software Product Line Conference – SPLC2004, 2004
- Chrissis *et al*, 2006 Chrissis, M. B., Konrad, M., Shrum, S., **“CMMI (Second Edition): Guidelines for Process Integration and Product Improvement”**. SEI Series in Software Engineering, Addison Wesley Professional, 2006
- Crosby, 1979 Crosby, P. **“Quality is Free”**, McGraw-Hill Book Company, New York, 1979.
- Daskalantonakis, 1992 Daskalantonakis, M. K., **“A Practical View of Software Measurement and Implementation Experiences Within**

- Motorola**”, In: Applying Software Metrics, IEEE Computer Society Press, pp. 168-180, 1992.
- Davenport, 1993 Davenport, Thomas H. **“Process Innovation”**. Boston: Harvard Business School Press, 1993.
- Deming, 1990 Deming, W. E., **“Qualidade: A Revolução da Administração”**. Ed. Marques Saraiva, Rio de Janeiro, 1990.
- DeToro e McCabe, 1997 DeToro, I. e McCabe, T., **“How to stay flexible and elude fads”**. Milwaukee: Quality Progress; v. 30, n. 3, p. 55-60, 1997
- DoD, 2000 USA. Department of Defense. **“Practical Software and Systems Measurement; A Foundation for Objective Project Management (P1045/D5.0)”**. Washington, D.C.: Department of Defense and US Army, 2000. Disponível na World Wide Web: <<http://www.psmc.com>>.
- Eman, 2003 Eman, Khaled E., **“Return on Investment Models for Static Analysis Tools”**. Klocwork Inc, 2003.
- Estolano, 2005 Estolano, M. H., **“Base de Métricas para a Estação TABA”**, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro 2005
- Fenton, 1994 Fenton, Norman E., **“Software Measurement: A Necessary Scientific Basis”**. IEEE Transactions on Software Engineering, [s.l.], vol 20 n. 3, p. 199-206, Mar 1994.
- Ferreira *et al*, 2007 Ferreira, A. I., Cerqueira, R., Santos, G., Montoni, M., Barreto, A., Barreto, A. O. S., Rocha, A. R., **“Retorno de Investimento da Melhoria de Processo de Software na BL Informática”**, Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2007
- Florac e Carleton, 1999 Florac, W. A. e Carleton, A. D. **“Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement”**. Series in Software Engineering, Addison-Wesley. 1999.
- Florac *et al*, 1997 Florac, William A., Parl, Robert E., Carleton, Anita D., **“Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement”** (CMU/SEI-97- HB-003). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1997.
- Fraunhofer, 1998 Fraunhofer Institute. **“PIA - Perfect Improvement Approach”**. Universität Kaiserslautern. 1998.
- Fuggetta, 2000 Fuggetta, A. **“Software Process: A Roadmap. The Future of**

- Software Engineering”, 2000.**
- Gil, 1991 Gil, Antonio Carlos. **“Como elaborar projetos de pesquisa”**. São Paulo: Atlas, 1991
- Gilb e Graham, 1993 Gilb, T. e Graham, D., **“Software Inspection”**, Addison-Wesley, 1993
- Grady e Casswell, 1987 Grady, R. B e Casswell, D. R., **“Software Metrics; Establishing a Company-Wide Program”**. Englewood Cliffs, N J: Prentice-Hall, 1987.
- Gremba e Myers, 1997 Gremba, J. e Myers, C. **“The IDEAL(SM) Model: A Practical Guide for Improvement”**. Carnegie Mellon University – Software Engineering Institute, 1997
- Hamblin, 1978 Hamblin, A., **“Avaliação e Controle do Treinamento”**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1978
- Hammer e Champy, 1997 Hammer, M. e Champy, J., **“Reengineering the Corporation”**. London: Nicholas Brealey Publishing, 1997.
- Harrington, 1991 Harrington, J. H. **“Business Process Improvement”**. Nova York: McGraw-Hill, 1991.
- Harry, 1998 Harry, M. **“Six Sigma: a breakthrough strategy for profitability”**. Quality Progress. v. 31, n. 5, p. 60-64, 1998.
- Hirschfeld, 1998 Hirschfeld, H., **“Engenharia Econômica e Análise de Custos: Aplicações Práticas para Economistas, Engenheiros, Analistas de Investimentos e Administradores”**, 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1998.
- Howard, 2000 Howard, R., **“Aprendizado organizacional: gestão de pessoas para a inovação contínua”**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- Humphrey, 1989 Humphrey, W. S., **“Managing the Software Process”**. Addilson-Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts, 1989.
- IEEE, 1990 IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE-STD-610: Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. IEEE, 1990.
- Ishikawa, 1984 Ishikawa, K., **“Guide to Quality Control”**, Asian Productivity Organization, 2 edition, 1984
- ISO12207, 1998 NBR-ISO/IEC 12207, **“IEC 12207: Tecnologia da**

- Informação - Processos de Ciclo de Vida do Software**". Rio de Janeiro: ABNT. 1998.
- ISO12207, 2002 ISO/IEC 12207. **"ISO/IEC 12207 Information Technology - Amendment to ISO/IEC 12207"**. Montreal: ISO/IEC JTC1 SC7, 2002.
- ISO15504, 2003 ISO/IEC 15504. **"ISO/IEC 15504 - Information Technology - Process Assessment, International Standard (IS)"**. 2003.
- ISO15504-1, 2004 ISO/IEC 15504-1. **"ISO/IEC 15504 - Information Technology – Concepts and Vocabulary - Part 1"**, 2004.
- ISO15504-2, 2004 ISO/IEC 15504-2. **"ISO/IEC 15504 - Information Technology - Process Assessment - Part 2"**, 2004.
- ISO15504-3, 2004 ISO/IEC 15504-3. **"ISO/IEC 15504 - Information Technology - Process Assessment - Part 3: Guidance on Performing an Assessment"**. 2004.
- ISO15504-4, 2004 ISO/IEC 15504-4,. **"ISO/IEC 15504-4 - Information Technology - Process Assessment – Part 4: Guidance on use for Process Improvement and Process Capability Determination"**, 2004.
- ISO15504-5, 2006 ISO/IEC 15504-5. **"ISO/IEC 15504 - Information Technology - Process Assessment – Part 5: An exemplar Process Assessment Model"**. 2006.
- ISO15939, 2001 The International Organization for Standardization. ISO/IEC 15939; Software Engineering – Software Measurement Process. [s.l.], 2001.
- ISO15939, 2002 ISO/IEC 15939. **"ISO/IEC 15939 – Software engineering – Software measurement process"**. 2002.
- Jung, 2004 Jung, C. F., **"Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos"**. Rio de Janeiro/RJ: Axcel Books do Brasil Editora, 2004.
- Kirkpatrick, 1996 Kirkpatrick, D. L., **"Evaluating training programs: the four levels"**. San Francisco: Berrett-Kiehler Publishers, 1996
- Kitchenham e Pfleeger, 1995 Kitchenham, B., Pfleeger, S. L. **"Towards a Framework for Software Measurement Validation"**. IEEE Transactions on Software Engineering, [s.l.], vol. 21 n. 12, p. 929-944, Dec. 1995.

- Koch, 2006 Koch, R., **“O Princípio 80/20”**. Tradução: Nivaldo Montingelli Jr. Ed. Nórdica, 2006
- Kotler, 2000 Kotler, P., **“Administração de Marketing”**, 10°. Ed. (edição do novo milênio). São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- Kuhnen, 1996 Kuhnen, O. L., **“Matemática Financeira Aplicada e Análise de Investimentos”**. 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1996.
- Liu *et al*, 2005 Liu, X., Sun, Y., Kane, G., Kyoya, Y., Noguchi, K., **“QFD Application in Software Process Management and Improvement based on CMM”**, ACM, 2005
- Luna, 1997 Luna, S. V., **“Planejamento de pesquisa: uma introdução”**. São Paulo: EDUC, 1997
- Marciniak, 1994 Marciniak, J. J., **“Encyclopedia of Software Engineering”**. New York: John Wiley & Sons pp. 469-476, 1994.
- McFeeley, 1996 McFeeley, B., **“IDEAL – A User’s Guide for Software Process Improvement”** CMU/SEI-96-HB-001. Estados Unidos: Carnegie Mellon University – SEI. 1996
- McGarry *et al*, 2001 MacGarry, J., Card, D., Jones, C., Layman, B., Clark, E., Dean, Joseph e Hall, F., **“Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers”**, Addison-Wesley Professional, 2001
- McGarry, 2002 McGarry, F., **“Attaining Level 5 in CMM process maturity”**. IEEE Software, V. 19, Issue 6 (Nov.-Dec.), pp. 87 – 96, 2002.
- McGarry, 2002a _____, **“Practical Software Measurement; Objective Information for Decision Makers”**. Addison Wesley, 2002.
- Metastorm, 2006 Metastorm, **“Building a Business Case for BPM”**, Metastorm Inc, 2006.
- Mills, 1998 Mills, Everaldo E., **“Software Metrics”** (CMU/SEI-CM-12-1.1). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1998. Available from Web:
<<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/cms/cm.012.html>>.
- Neves, 2005 Neves, F. R. **“Análise da Influência de Indicadores Econômicos na Escolha da Estratégia de Produção”**. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica – Instituto de Geociência, Campinas – São Paulo,

- 2005.
- Oliveira et al, 2008 Oliveira, A. C. G., Guimarães, F. A., Fonseca, I. A. **“Utilizando Metodologias Ágeis para atingir Certificação MPS.BR na Powerlogic”**, Powerlogic Consultoria e Sistemas, II Workshop de Desenvolvimento Rápido de Aplicações (WDRA), 2008.
- Pande et al, 2001 Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. **“Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho”**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- Paulk et al, 1993 Paulk, M. C., Curtis, B. Chrissis, M. B. Weber, C. V. **“Capability Maturity ModelSM for Software, Version 1.1.”** Relatório Técnico, CMU/SEI-93-TR-024, 1993.
- Peixoto et al, 2008 Peixoto, D. C. C., Batista, V., Rocha, G. Pádua, C. I. P. S., Resende, R. F., **“Uma Experiência de Melhoria de Processo utilizando a Análise Causal de Defeitos”**, Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2008.
- Pereira et al, 2005 Pereira, Uniratam; Turrioni, João; Pamplona, Edson (UNIFEI) **“Avaliação de Investimentos em Tecnologia da Informação – TI”**, XXV ENEGEP Porto Alegre, RS, Brasil, 29 de Outubro a 01 de Novembro de 2005
- Pfleeger, 1997 Pfleeger, S. L., **“Status Report on Software Measurement”**. IEEE Software, [s.l.], p. 33-43, March/April 1997.
- Philipps, 2007 Philipps, J., **“ROI – Retorno sobre o investimento em projetos”**, Revista MundoPM, Rio de Janeiro, Número 15, p.8-16, junho/julho. 2007.
- PMBOK, 2004 PMBOK, **“Um guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos”**. Terceira Edição, PMI-Project Management Institute, 2004
- Pressman, 2006 Pressman, Roger S., **“Engenharia de Software”**; tradução Rosângela Dellosso Penteado, revisão técnica Fernão Stella R. Germano, José Carlos Maldonato, Paulo Cesar Masiero. 6. Ed., São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- PSMSC, 2003 Pratical Software Measurement Support Center. **“PSM Insight Tool”** [online]. [s.l.][s.d.]. Available from Web: <<http://www.psmc.com/insight.htm>>. Fevereiro, 2003.
- Puccini, 2000 Puccini, Abelardo L., **“Matemática Financeira Objetiva e**

- Aplicada**". 6ª Ed. São Paulo, Saraiva, 2000.
- Rico, 2004 Rico, D. F., **"ROI of Software Process Improvement: Metrics for Project Managers and Software Engineers"**, J, Ross Publishing, Boca Raton, FL, 2004
- Rico, 2006 _____, **"What is the ROI of Agile vs. Traditional Methods?"**, 2006. Web"<http://davidfrico.com>
- Rombach, 1991 Rombach, H. D., **"Practical Benefits of Goal-Oriented Measurement. Software Reliability and Metrics"**, Elsevier Applied Science, 1991.
- Rombach, 1994 _____, **"Systematic Quality Improvement"**, DIPOLI, Helsinki, Finland. 1994
- Rotondaro, 2002 Rotondaro, R., **"Seis Sigma: estratégia para a melhoria de processos, produtos e serviços"**. São Paulo: Editora Atlas, 1 ed., 2002.
- Rummler e Brache, 1995 Rummler, G. e Brache, A., **"Improving performance"**. São Francisco: Jossey-Bass. 1995.
- Salviano, 2006 Salviano, C. F. **"Melhoria e Avaliação de Processo de Software com ISO/IEC 15504-5:2006"**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2006. (Publicação do Curso de Pós-graduação *"Latu Sensu"* (Especialização) à Distância em Melhoria de Processo de Software).
- Schaicoski, 2002 Schaicoski, J. C., **"A utilização do ROI na análise de projetos de tecnologia da informação"**, Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002
- Scwaber, 1995 Scwaber, K., **"SCRUM Development Process. In: Proceedings of OOPSLA"**, Springer-Verlag, 1995.
- SEI, 2001 CMU/SEI. Standard CMMISM, **"Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPISM), Version 1.1: Method Definition Document"**, Carnegie Mellon University – Software Engineering Institute, 2001.
- SEI, 2006 Software Engineering Institute. **"CMMI for Development (CMMI-DEV), Version 1.2"**. Pittsburgh: Carnegie Mellon University - Software Engineering Institute, 2006.
- SEI, 2007 CMU/SEI, **"Capability Maturity Model® Integration (CMMI-SM), Version 1.2. CMMI-SM for Software Engineering - Staged Representation"**. Carnegie Mellon

- University – Software Engineering Institute, 2007.
- Softex, 2007 SOTEX, “**Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia Geral, Versão 1.2**”, 2007. Disponível em: <http://www.softex.br>
- Solingen e Berghout, 1999 Solingen, R. e Berghout, E. “**The Goal/Question/Metric Method: a Practical guide for quality improvement of software development**”. London: McGraw-Hill. 1999.
- Sommerville, 2007 Sommerville, I. “Software Engineering”, Ed. 8º. Addison-Wesley, 2007
- Sordi e Contador, 2004 Sordi, J. O. e Contador, J. C., “**Funcionalidades requeridas às soluções de Business Process Management System (BPMS) sob a óptica de gestão do conhecimento**”, XI SIMPEP, São Paulo, 2004.
- SPEM, 2008 Object Management Group, “**Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification**”, v. 2.0, 2008. Disponível na World Wide Web: <<http://www.omg.org/spec/SPEM/2.0/PDF>>
- Spinola, 2004 Spinola, M., “**Eficácia e Benefícios dos Modelos de Gestão da Qualidade de Processo de Software em Empresas Brasileiras**”. PBQP – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade em Software, 2004.
- Stermole, 1984 Stermole, F. J. e Stermole, J. M., “**Economic Evaluation and Investment Decision**”, 6ª Ed. Golden, Colorado: Investment Evaluation Corporation, 1984.
- Suwardy, 2003 Suwardy, T., Ratnatunga, J., Sohal, A. S., Speicht, G., “**IT projects: evaluation, outcomes and impediments**”. Benchmarking: An International Journal, v.10, n.4, p.325-42, 2003.
- Tayntor, 2005 Tayntor, C. B., “**Six Sigma Software Development**”, Auerbach Publications, 2005.
- Tuan et al, 2006 Tuan, H., Liu, C., Chen, C., “**Using ABC Model for Software Process Improvement: A Balanced Perspective**”, IEEE, 2006
- Vieira Sobrinho, 2000 Vieira Sobrinho, José Dutra, “**Matemática financeira**”, 7ª Ed. – São Paulo: Atlas, 2000.
- Weber e Nascimento, 2002 Weber, K. C. e Nascimento, C. J., “**Brazilian Software Quality in 2002**”. 24th International Conference of Software

- Engineering – ICSE/2002, Florida, 2002.
- Weber e Rocha, 1999 _____, e Rocha, A. R. C., “**Qualidade e Produtividade em Software**”. Makron Books, 3a ed., São Paulo, 1999.
- Weber *et al*, 2001 _____, Rocha, A. R. C., Nascimento, C. J., “**Qualidade e Produtividade em Software**”. Makron Books, 4a ed., São Paulo, 2001.
- Weber *et al*, 2005 _____, Machado, C. F., Scalet, D., “**Modelo de Referência e Método de Avaliação Para Melhoria de Processo de Software – versão 1.0 (MR-MPS e MA-MPS)**”. Proceedings do IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software / SBQS, Porto Alegre, 2005.
- Weber, 2005 Weber, S. “**ASPE/MSD: uma abordagem para estabelecimento de processo de software em micro e pequenas empresas**”. Dissertação de Mestrado UFSC, Florianópolis, 2005.
- Werkema, 2001 Werkema, M. C. C., “**Criando a cultura Seis Sigma**”, Rio de Janeiro, Qualitymark, 2001.
- Weston e Brigham, 2000 Weston, J. F. e Brigham, E. F., “**Fundamentos da Administração Financeira**”. São Paulo: Editora Makron Books, 2000.
- Wiggenborn, 2000 Wiggenborn, W., “**A universidade Motorola: quando o treinamento se transforma em educação**”, 2000.
- Wohlin *et al*, 2000 Wohlin, C., Runeson, P., Host, M., “**Experimentation in Software Engineering**”. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 204 p, 2000.
- Zairi, 1997 Zairi, M., “**Business process management: a boundary less approach to modern competitiveness**”. Bradford: Business Process Management; v. 3, n. 1, p. 64-80, 1997.

Apêndice A

Artefato da Fase 1

Este documento apresenta o *Q1-Questionário* como principal artefato utilizado na FASE 1 do FROISPI. O questionário será utilizado para registrar as características da organização e a identificação se a organização possui um planejamento estratégico, quais seus principais problemas, se existe algum processo de software na organização, quais são as expectativas da organização em realizar um projeto de melhoria de processo e se possui recursos financeiros destinados para a melhoria de processo.

Q1-Questionário

Caracterização da Organização
O objetivo dessa seção é contextualizar a organização em questão. Identificar se a empresa já foi avaliada em algum dos modelos de qualidade de software existentes no mercado, e/ou se a organização possui profissionais certificados ou em preparação para certificação. Por questão de confiabilidade a organização receberá o codinome <i>Empresa A</i>, <i>Empresa B</i> e <i>Empresa C</i>.
01 – Razão Social: [] <i>max 80 caracteres (opcional).</i>
02 – Unidade de Federação: [] <i>max 2 caracteres.</i>
03 – Município: [] <i>max 30 caracteres.</i>
04 – Número de funcionários: [] <i>max 4 caracteres.</i>
05 – A organização possui avaliações? Certificada em ISO 9000; mês/ano: [] / []; qual escopo? [] Avaliada SW-CMM, mês/ano: [] / [] nível [] de maturidade. Avaliada CMMI, mês/ano: [] / [] nível [] de maturidade. Avaliada MPS.BR, mês/ano: [] / [] nível [] de maturidade.
06 – A organização possui profissionais certificados? Em [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação [] Em [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação [] Em [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação [] Em [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação [] Em [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação []
07 – Nome do entrevistado: [] <i>max 50 caracteres.</i>
08 – Cargo do entrevistado: [] <i>max 30 caracteres..</i>
09 – Email do entrevistado: [] <i>max 40 caracteres.</i>
10 – Data do preenchimento: [] <i>max 10 caracteres (DD/MM/AAAA).</i>
11 – Deseja receber o resultado da pesquisa? []

1. Objetivos Estratégicos:

Os objetivos estratégicos organizacionais que serão alcançados com a proposta de Melhoria de Processo de Software.

2. Principais Problemas:

Descreva de forma detalhada os problemas identificados no processo ou sub-processo.

3. Existência de Processo na Empresa:

Descreva o processo ou sub-processo que foram identificados os problemas. Processo em forma de imagem pode ser anexado. Detalhe suas atividades, papéis, entradas, ferramentas, saídas e métricas.

4. Expectativas da Organização:

Identificar as principais expectativas dos diretores da organização sobre o Retorno de Investimento do projeto de Melhoria de Processo de Software.

5. Aporte de Recursos:

Identificar a quantia monetária do orçamento previsto para o projeto de Melhoria de Processo de Software. Favor marque com um **X** somente uma opção.

☐ Até R\$ 50.000,00

☐ De R\$ 50.000,01 a R\$ 100.000,00

☐ De R\$ 100.000,01 a R\$ 150.000,00

☐ De R\$ 150.000,01 a R\$ 200.000,00

☐ De R\$ 200.000,01 a R\$ 250.000,00

☐ Acima de R\$ 250.000,00

Apêndice B

Artefatos da Fase 2

Este documento apresenta os artefatos *Q2-Questionário* e a *PS-Proposta de Solução* utilizados na Fase 2 do FROISPI. O *Q2-Questionário* tem o objetivo de identificar se a organização reconhece suas fraquezas e seus pontos fortes; se a organização já realizou alguma iniciativa em programa de MPS; qual a quantidade de projetos que obtiveram sucesso ou insucessos utilizando o processo; e qual a qualificação da equipe técnica que executará o projeto de melhoria. O segundo objetivo do questionário é investigar qual a expertise dos gerentes de projetos da organização e procura saber se o gerente está comprometido com a organização e seus objetivos estratégicos. A *PS-Proposta de Solução* tem como principal objetivo apresentar as possíveis soluções para resolver os problemas encontrados.

Q2-Questionário

1. Raio X do processo existente:

1.1. Descreva três pontos mais fortes do processo em observação.

1.2. Descreva três pontos mais fracos ou problemas do processo em observação.

2. Resultados já alcançados:

Relate todos os esforços atuais voltados a Melhoria de Processo de Software realizado no processo em observação.

3. Número de projetos com/sem sucesso:

Baseado em dados históricos, informe o número de projetos que obtiveram sucesso executando o processo observado.

Projetos com Sucesso:

Projetos sem Sucesso:

4. Qualificação dos Recursos Humanos:

Informe a qualificação da equipe de desenvolvimento de software. Caso a organização possua mais de uma unidade ou equipe desenvolvedora, descreva aquela que será utilizado para o projeto piloto.

Em qual [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação []
 Em qual [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação []
 Em qual [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação []
 Em qual [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação []
 Em qual [], quantos certificados? [] e/ou quantos em preparação []

5. Gerente de Projetos:

Usando a escala abaixo indicada, selecione para cada questão, o grau de comprometimento do Gerente(s) de Projetos da unidade ou equipe de software. Caso a organização possua mais de um Gerente de Projetos, procure fazer uma média baseado em dados históricos.

Grau de Comprometimento

- 0. Baixíssimo comprometimento
- 1. Pouco comprometimento
- 2. Mediamente comprometido
- 3. Muito comprometido
- 4. Totalmente comprometido

	Grau
Existe a preocupação com a satisfação do cliente?	
Existe a preocupação em atender os requisitos de software estabelecidos?	
O Gerente de Projeto registra as solicitações de alteração de requisitos de software?	
O Gerente de Projeto cumpre prazos e marcos estabelecidos e firmados em cronogramas?	
O Gerente de Projeto monitora os custos/orçamento estabelecidos no Projeto?	
O Gerente se preocupa com a qualidade do produto no qual é responsável?	
O Gerente está preocupado com a produtividade da equipe na execução do processo?	
O Gerente se preocupa com a satisfação do colaborador?	
Existe o comprometimento com o sucesso dos Projetos para melhorar a imagem da Organização diante do mercado?	

PS-Proposta de Solução

1. Descreva a Proposta de Solução para o problema encontrado.

Baseado nos Q1-Questionário e Q2-Questionário descreva o problema e a proposta de solução. Caso tenha mais de um problema, replique as linhas e descreva a proposta de solução para cada problema encontrado.

1.1. Descreva o problema 1:

1.2. Descreva a Proposta de Solução 1:

1.3. Descreva o problema 2:

1.4. Descreva a Proposta de Solução 2:

Apêndice C

Artefato da Fase 3

Este documento apresenta o questionário utilizado na Fase 3 do FROISPI. Este questionário tem o objetivo de identificar a quantidade de engenheiros de software por cada classificação *Junior, Pleno ou Senior*. Identificar qual o grau de complexidade do processo com problema. E quais os indicadores de qualidade definidos pela organização para o processo com problema.

Q3-Questionário

1. Qual o nível de qualificação dos membros do SEPG?

Informe a quantidade de engenheiros de software por categoria.

Senior:

Pleno :

Junior:

2. Classificação da complexidade dos processos com problema:

Informe o grau de complexidade dos processos: (0) Nenhuma complexidade; (1) Pouca complexidade; (2) Complexo e (3) Muita complexidade

Grau:

3. Número de indicadores de qualidade:

Informe quais são os indicadores de qualidade existentes no processo atual da organização.

Apêndice D

Artefatos da Fase 4

Este documento apresenta os artefatos utilizados na Fase 4 do FROISPI. O primeiro artefato é um *PP-Plano de Projeto* que a organização poderá modificá-lo de acordo com suas preferências. O segundo artefato é um *RT-Relatório Técnico* que demonstrará as métricas coletadas na execução do FROISPI.

PP-Plano de Projeto

1. Plano de Projeto de melhoria de processo:

O Plano de Projeto servirá para evidenciar o planejamento de todas as atividades dentro do projeto de melhoria de processo. Segue modelo da estrutura mínima necessária:

1. INTRODUÇÃO

- 1.1 VISÃO GERAL DESTE DOCUMENTO
- 1.2 CONVENÇÕES, TERMOS E ABREVIACÕES

2. VISÃO GERAL

- 2.1 WBS

3. PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE MELHORIA

- 3.1 ATIVIDADES DE IMPLANTAÇÃO
- 3.2 ARTEFATOS GERADOS

4. ENTRADAS E SAÍDAS DO PROJETO

5. ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

- 5.1 ORGANOGRAMA
- 5.2 INFRA-ESTRUTURA
 - 5.2.1 Ferramentas
 - 5.2.2 Equipamentos
- 5.3 INTERFACES TÉCNICAS E ORGANIZACIONAIS
 - 5.3.1 Reuniões da Equipe Técnica
 - 5.3.2 Reuniões com a Consultoria
 - 5.3.3 Interface entre a Equipe Técnica e os Usuários
- 5.4 CONTROLE DE DOCUMENTOS E DADOS
- 5.5 TREINAMENTO
- 5.6 CUSTOS

6. ANÁLISE DE RISCOS

- 6.1 RESPOSTA AOS RISCOS

7. ARMAZENAMENTO, CÓPIA, RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO

8. CRONOGRAMA

9. REFERÊNCIAS

RT - Relatório Técnico

1.1. Característica da organização:	
M1.1.1) Definir nível de maturidade:	1) Inicial 2) Repetitivo 3) Definido 4) Gerenciado 5) Otimizado
M1.1.2) Quantidades de funcionários:	
M1.1.3) Porcentagem de colaboradores certificados:	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
1.2. Consistências das respostas da organização:	
M1.2.1) Porcentagem de completude do questionário:	00% a 25% - Insuficiente 25% a 50% - Baixo 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
M1.2.2) Quantidade de problemas relatados:	
M1.2.3) Quantidade de processos com problemas:	
M1.2.4) Indicador de consistência entre objetivos estratégicos e expectativas com MPS:	(3) Totalmente consistente (2) Consistente (1) Pouca consistência (0) Nenhuma consistência
2.1. Características do processo:	
M2.1.1) Indicador de pontos fortes no processo:	

M2.1.2) Indicador de pontos fracos no processo:	
M2.1.3) Indicador de projetos com sucesso:	
M2.1.4) Indicador de projetos sem sucesso:	
M2.1.5) Porcentagem do comprometimento do Gerente de Projeto:	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
3.1. Características da organização:	
M3.1.1) Indicador de complexidade do processo:	(3) Muita complexidade (2) Complexo (1) Pouca complexidade (0) Nenhuma complexidade
M3.1.2) Indicador da expertise do SEPG:	(3) Muito experiente (2) Experiente (1) Pouca experiência (0) Nenhuma experiência
M3.1.3) Indicador de existência de indicadores de qualidade:	(3) Acima de três indicadores (2) Dois indicadores (1) Um indicador (0) Nenhum indicador
4.1. Status de elaboração do projeto de melhoria:	
M4.1.1) Indicador de Status da elaboração:	(2) Concluído (1) Em andamento (0) Não concluído

4.2. Status da situação do projeto de melhoria:	
M4.2.1) Porcentagem de iterações concluídas:	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
M4.2.2) Porcentagem de atividades concluídas:	00% a 25% - Baixo 25% a 50% - Pouco 50% a 75% - Moderado 75% a 100% - Ótimo
M4.2.3) Indicador de atividades concluídas acima do estimado:	
4.3. Situação da análise de resultados:	
M4.3.1) Indicador de Status da análise:	(2) Concluído (1) Em andamento (0) Não concluído
5.1. Resultado do projeto de melhoria:	
M5.1.1) Indicador de sucesso do projeto de MPS:	(1) Com sucesso (0) Sem sucesso

Apêndice E

Artefato da Fase 5

Este documento apresenta o artefato utilizado na Fase 5 do FROISPI. Este artefato denominado RR – Relatório do ROI apresenta os benefícios alcançados com o FROISPI e o status final do projeto de melhoria.

RR-Relatório do ROI

1. Principais objetivos alcançados (com ou sem sucesso):
2. Principais dificuldades encontradas:
3. Principais pontos de melhorias contínuas:
4. Lições aprendidas:
5. Resultado final do FROISPI:

Métricas coletadas

Este documento apresenta as métricas coletadas durante a execução do FROISPI e gráficos de algumas métricas relevantes. A Tabela 5.1 apresenta todas as métricas coletadas e seus respectivos durante a execução do FROISPI. Na Figura 5.1 apresenta o nível de maturidade das empresas. A Figura 5.2 apresenta o nível de comprometimento dos gerentes de software e a Figura 5.3 apresenta o resultado final da execução do FROISPI.

Tabela 5.1. Métricas coletadas do FROISPI.

Métricas	Empresa A	Empresa B	Empresa C
M1.1.1	3	2	1
M1.1.2	500	1300	600
M1.1.3	0	0	0
M1.2.1	90	100	100
M1.2.2	6	5	6
M1.2.3	4	14	10
M1.2.4	1	3	3
M2.1.1	3	3	4
M2.1.2	3	2	2
M2.1.3	0	7	5
M2.1.4	0	5	8
M2.1.5	100	80	70
M3.1.1	0	3	3
M3.1.2	0	2	0
M3.1.3	0	3	0
M4.1.1	0	2	2
M4.2.1	0	100	100
M4.2.2	0	100	100
M4.2.3	0	3	0
M4.3.1	0	1	2
M5.1.1	0	0	1

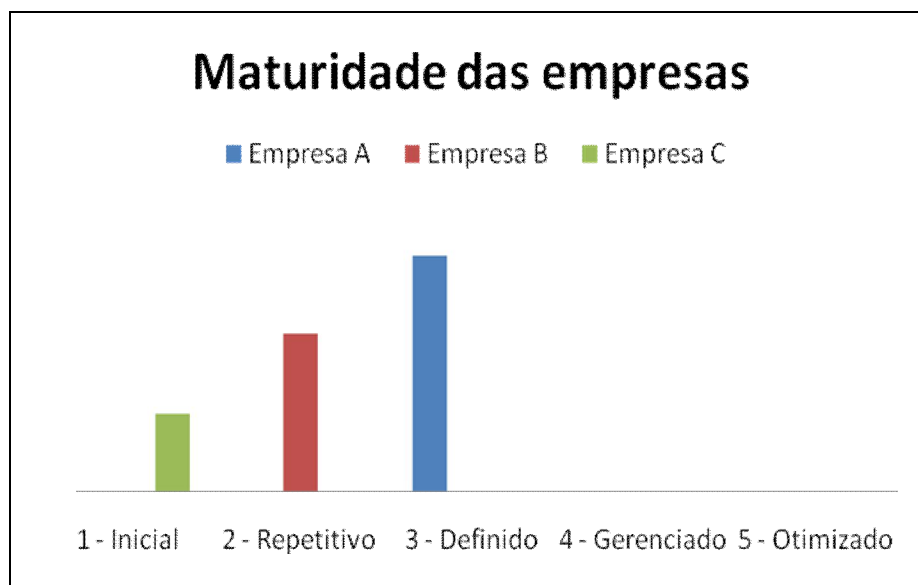


Figura 5.1. Nível de maturidade das empresas.

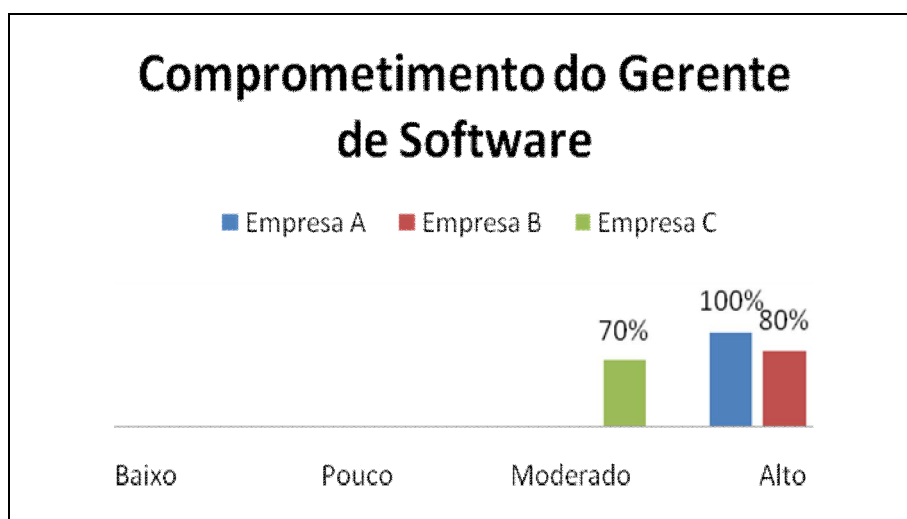


Figura 5.2. Porcentagem de comprometimento dos gerentes de software.

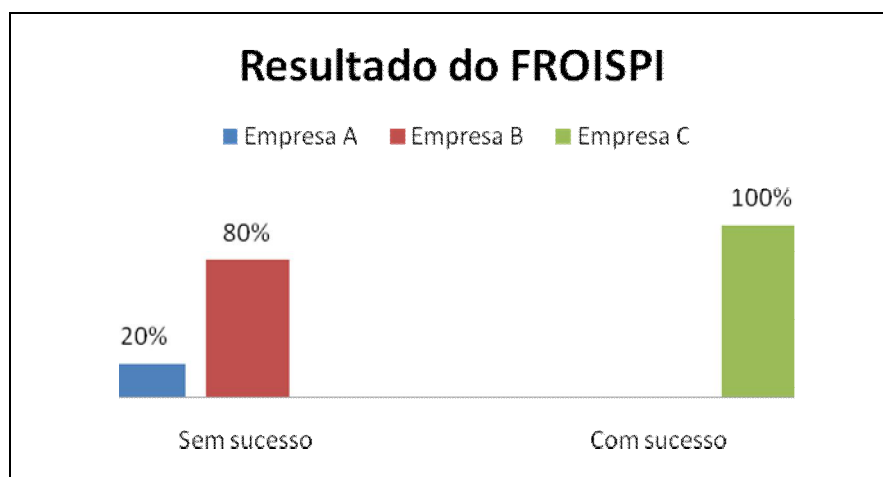


Figura 5.3. Porcentagem do resultado do FROISPI nas empresas.