

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**UMA INFRA-ESTRUTURA DE APOIO A UM
PROCESSO DE MEDIÇÃO DE PROJETOS EM MICRO
E PEQUENAS EMPRESAS DE SOFTWARE**

GUSTAVO MONTI ROCHA

Belo Horizonte – Minas Gerais
30 de Julho de 2009

**UMA INFRA-ESTRUTURA DE APOIO A UM
PROCESSO DE MEDIÇÃO DE PROJETOS EM MICRO
E PEQUENAS EMPRESAS DE SOFTWARE**

GUSTAVO MONTI ROCHA

**UMA INFRA-ESTRUTURA DE APOIO A UM
PROCESSO DE MEDIÇÃO DE PROJETOS EM MICRO
E PEQUENAS EMPRESAS DE SOFTWARE**

**Dissertação de Mestrado apresentada
Programa de Pós-Graduação em Ciência
da Computação do Instituto de Ciências
Exatas da Universidade Federal de
Minas Gerais como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre em
Ciência da Computação.**

ORIENTADOR: PH. D. RODOLFO SÉRGIO FERREIRA RESENDE

Belo Horizonte – Minas Gerais

30 de Julho de 2009

© 2009, Gustavo Monti Rocha.
Todos os direitos reservados.

Rocha, Gustavo Monti

R672i

Uma Infra-Estrutura de Apoio a um Processo de Medição de Projetos em Micro e Pequenas Empresas de Software [manuscrito] / Gustavo Monti Rocha – Belo Horizonte, 2009

xvi, 125 f., enc. : il: 29 cm

Orientador: Rodolfo Sérgio Ferreira Resende

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais.
Departamento de Ciência da Computação

1. Computação - Dissertações 2. Engenharia de Software - Dissertações.
3. Micro e Pequenas Empresas. 4. Processos de Medição. 5. Modelos de Qualidade.

CDU 519.6*32

GUSTAVO MONTI ROCHA

**Uma Infra-Estrutura de Apoio a um Processo de Medição
de Projetos em Micro e Pequenas Empresas de Software**

**Dissertação de Mestrado apresentada
Programa de Pós-Graduação em Ciência
da Computação do Instituto de Ciências
Exatas da Universidade Federal de
Minas Gerais como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre em
Ciência da Computação.**

Data de Aprovação:

Ph. D. Rodolfo Sérgio Ferreira Resende – Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais

Ph. D. Clarindo Isaías P. da Silva e Pádua – Banca
Universidade Federal de Minas Gerais

Dr. André Luiz Zambalde – Banca
Universidade Federal de Lavras

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais (Fernando e Zilda), por suportarem todo este tempo a minha permanência em Belo Horizonte.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar minha vida nesta árdua e difícil caminhada.

Ao amigo e orientador Professor Rodolfo, por toda dedicação, direcionamento teórico e técnico e atenção no desenvolvimento deste trabalho.

A minha noiva por todo carinho e ajuda durante esta dissertação.

Ao amigo Leonardo Aparecido Ciscon, e a amiga Daniela Cascini, por toda paciência, direcionamento e correção deste trabalho.

Aos amigos por suportarem toda a minha ausência.

A minha família, Fernando, Zilda e Renata pela oportunidade de continuar meus estudos.

It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is the most adaptable to change.

Charles Darwin

Resumo

Com relação ao número total de empresas, estima-se que 77% das empresas de software brasileiras caracterizam-se por serem de micro e pequeno porte. Elas representam um importante papel na economia atendendo a mercados onde tipicamente as grandes organizações não atuam. Entretanto, cerca de 96% encerram suas atividades ao longo dos dois primeiros anos. Um dos fatores que contribuem para este elevado nível de mortalidade é a falta de garantia da qualidade de seus produtos, sendo que, a qualidade do produto final é determinada principalmente pelo seu processo produtivo. Geralmente as MPEs possuem um processo produtivo de software informal e, conseqüentemente, dependente principalmente da competência das pessoas envolvidas. Um dos fatores determinantes de sucesso na melhoria do processo produtivo de software é a presença de abordagens de medição. Sendo assim, abordagens como GQM, GQIM e PSM foram desenvolvidos, mas na forma de modelos genéricos, de difícil aplicação por parte das MPEs. Assim, observou-se a necessidade em se estabelecer um processo de medição denominado PROMPES de mais fácil aplicação e aproveitamento por parte das MPEs. Além da criação do PROMPES foi desenvolvida uma ferramenta denominada FAM de apoio ao processo de medição. Para um estudo de caso o PROMPES e a FAM foram aplicados em uma MPE de software, e obtivemos uma infra-estrutura de baixo esforço e grandes benefícios para a MPE estudada.

Palavras-chave: Qualidade de Software, Engenharia de Software, Processos de Medição, Métricas.

Abstract

It is estimated that 77% of software companies in Brazil are micro and small companies (MSC). They play an important role in the economy attending software market segments that usually are not attended by large companies. However, about 96% get out of business during their first two years after establishment. One of the factors contributing to this high level of mortality is the lack of quality assurance of its products where the quality of the final product is largely determined by its production process. Generally they have an informal process of software production and, consequently, dependent primarily on the competence of those involved. One of the factors of success in improving the software production process is the presence of measuring activities. Thus, approaches such as GQM, GQIM and PSM have been developed, but in the form of generic models. These models are not easy to be used directly by MSCs. Based on these facts we decided to establish an MSC focused measuring infrastructure. Our infrastructure consists of a measuring process (PROMPES) and a supporting tool (FAM). As a study case PROMPES and FAM were applied in an MSC and we obtained an infrastructure with low effort and great benefits.

Keywords: Software Quality, Software Engineering, Measurement Process, Metrics.

Sumário

Dedicatória.....	v
Agradecimentos.....	vi
Epígrafe.....	vii
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
Lista de Ilustrações.....	xiv
Lista de Tabelas.....	xvi
1. Introdução.....	1
1.1. Contexto	1
1.2. Motivação	4
1.3. Objetivos do Trabalho	6
1.4. Limites do Trabalho	8
1.5. Organização do Texto.....	9
2. Referencial Teórico	10
2.1. Situação das Micro e Pequenas Empresas no Brasil	10
2.2. Medição de Software	12
2.2.1. Fundamentos da Medição.....	12
2.2.2. Motivações e Benefícios das Medições.....	15
2.2.3. Dificuldades Encontradas no Estabelecimento dos Programas.....	16
2.2.4. Requisitos e Características de Programas Bem-Sucedidos.....	17
2.3. Abordagens e Modelos de Mensuração de Software.....	19
2.3.1. GQM (<i>Goal Question Metric</i>).....	19
2.3.2. GQIM (<i>Goal Question Indicator Metric</i>).....	23
2.3.3. PSM (<i>Practical Software Measurement</i>).....	25
2.4. Modelos de Referência para Melhoria de Processo.....	33
2.4.1. CMMI.....	33
2.4.1.1. Descrição do CMMI.....	33
2.4.1.2. Medição e Análise no CMMI.....	35
2.4.2. MPS.BR.....	39
2.4.2.1. Descrição do MPS.BR.....	39
2.4.2.2. Medição no MPS.BR.....	41
2.4.3. ISO/IEC 15939	42
2.4.3.1. Descrição da ISO/IEC 15939	42
2.5. MPN (Modelagem de Processo de Negócio)	44

2.6.	Mapeamento entre CMMI, MPS.BR, PSM e ISO/IEC 15939	46
3.	Medições em MPEs	50
3.1.	Dificuldades Encontradas	50
3.2.	Trabalhos Relacionados.....	51
4.	Processo de Medição para MPEs	56
4.1.	Definição do PROMPES	56
4.2.	Detalhamento do PROMPES.....	57
4.2.1.	Visão Geral	57
4.2.2.	Macro-atividade: Definir Estratégia Organizacional.....	58
4.2.2.1.	Atividade: Definir o Contexto do Negócio	59
4.2.2.2.	Atividade: Preencher Declaração de Visão	61
4.2.2.3.	Atividade: Preencher Matriz TOWS	62
4.2.3.	Macro-atividade: Modelar Conceitualmente	63
4.2.3.1.	Atividade Identificar e Modelar Processo	64
4.2.4.	Macro-atividade: Modelar Metas e Problemas.....	65
4.2.4.1.	Atividade: Definir Processo a Ser Controlado	66
4.2.5.	Macro-atividade: Planejar Medição.....	67
4.2.5.1.	Atividade: Caracterizar o Contexto do Projeto	68
4.2.5.2.	Atividade: Estabelecer e Sustentar Compromisso.....	69
4.2.5.3.	Atividade: Mapear e Priorizar Metas	70
4.2.5.4.	Atividade: Selecionar Medidas Aplicáveis.....	71
4.2.5.5.	Atividade: Definir Medida Básica.....	71
4.2.5.6.	Atividade: Definir Medida Derivada.....	72
4.2.5.7.	Atividade: Definir Indicador	73
4.2.6.	Macro-atividade: Executar Medição	74
4.2.6.1.	Atividade: Coletar Dados	76
4.2.6.2.	Atividade: Analisar Dados	76
4.2.6.3.	Atividade: Armazenar Dados	77
4.2.6.4.	Atividade: Realizar Recomendações	77
4.2.7.	Macro-atividade: Analisar e Documentar Resultados	78
4.2.7.1.	Atividade: Avaliar Medidas, Indicadores e Processo de Medição	79
4.2.7.2.	Atividade: Atualizar Base de Experiência.....	80
4.2.7.3.	Atividade: Identificar e Implementar Melhorias	80
5.	Ferramenta FAM	82
5.1.	Apresentação da Ferramenta FAM.....	82
6.	Aplicação do PROMPES e FAM	85
6.1.	Perfil da MPE	85
6.2.	Escopo de Aplicação	85
6.3.	Macro-Atividade de Definição Estratégica	86
6.3.1.	Atividade: Definir o Contexto do Negócio	86
6.3.2.	Atividade: Preencher Declaração da Visão	87
6.3.3.	Atividade: Preencher Matriz TOWS	88
6.4.	Macro-Atividade de Modelar Conceitualmente	89
6.4.1.	Atividade: Identificar e Modelar Processo	89
6.5.	Macro-Atividade de Modelar Metas e Problemas.....	91
6.5.1.	Atividade: Definir Processo a Ser Controlado	91

6.6.	Macro-Atividade de Planejar Medição.....	92
6.6.1.	Atividade: Caracterizar o Contexto do Projeto	92
6.6.2.	Atividade: Estabelecer e Sustentar o Compromisso.....	93
6.6.3.	Atividade: Mapear e Priorizar Medidas	95
6.6.4.	Atividade: Selecionar Medidas Aplicáveis.....	95
6.6.5.	Atividade: Definir Medida Básica.....	96
6.6.6.	Atividade: Definir Medida Derivada.....	99
6.6.7.	Atividade: Definir Indicador	99
6.7.	Macro-Atividade de Executar Medição.....	103
6.7.1.	Atividade: Coletar Dados	103
6.7.2.	Atividade: Analisar Dados	103
6.7.3.	Atividade: Armazenar Dados	105
6.7.4.	Atividade: Realizar Recomendações	105
6.8.	Macro-Atividade de Analisar e Documentar Resultados	105
6.8.1.	Atividade: Avaliar Medidas, Indicadores e Processo de Medição	105
6.8.2.	Atividade: Atualizar Base de Experiência.....	107
6.8.3.	Atividade: Identificar e Implementar Melhorias	107
7.	Avaliação e Resultados.....	108
7.1.	Modelo e Método de Avaliação de Processos	108
7.2.	Resultados do Estudo	111
8.	Conclusões.....	114
8.1.	Contribuições.....	114
8.2.	Lições Aprendidas	115
8.3.	Trabalhos Futuros	115
8.4.	Considerações Finais	116
	Referências Bibliográficas.....	117
	Anexo A.....	125

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Relacionamento para Composição da Qualidade dos Projetos de Software. Adaptado de Paula Filho [Paula Filho, 2003].	1
Figura 2 – Representatividade das Empresas de Software no Brasil. Adaptado de MCT [MCT, 2005].	11
Figura 3 – Medidas para Medir a Qualidade dos Produtos. Adaptado de MCT [MCT, 2005].	11
Figura 4 - Medidas para Medir a Produtividade dos Produtos. Adaptado de MCT [MCT, 2005].	12
Figura 5 – Modelo Estrutural da Medição [Kitchenham <i>et al.</i> , 1995].	13
Figura 6 – Sobrevivência dos Programas de Mensuração [Dekkers & McQuaid, 2002].	17
Figura 7 – Abordagens do Modelo GQM. Adaptado de Basili [Basili <i>et al.</i> , 1994a].	20
Figura 8 – Exemplo de Aplicação Prática do GQM.	21
Figura 9 – Fases da Abordagem GQM. Adaptado de Soligen e Berghout [Soligen & Berghout, 1999].	22
Figura 10 – Passos Propostos pelo GQIM. Adaptado de Park e outros [Park <i>et al.</i> , 1996].	24
Figura 11 – Agrupamento dos 7 Primeiros Passos do Método GQIM [Borges, 2003].	25
Figura 12 – Modelo de Informação do PSM [Borges, 2003].	26
Figura 13 – Modelo de Processo do PSM. Adaptado de Borges [Borges, 2003] e McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	27
Figura 14 – Fases da Macro-Atividade Planejar Medição. Adaptado de McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	28
Figura 15 – Hierarquia de Medição do PSM. Adaptado de McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	29
Figura 16 - Fases da Macro-Atividade Executar Medição. Adaptado de McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	30
Figura 17 - Fases da Macro-Atividade Estabelecer e Sustentar Compromisso. Adaptado de McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	31
Figura 18 - Fases da Macro-Atividade Avaliar Medição. Adaptado de McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	32
Figura 19 – Modelo CMMI – Representação por Níveis de Maturidade. Adaptado de SEI [SEI, 2006].	34
Figura 20 – Modelo CMMI - Relacionamento Entre Áreas de Processo, Objetivos e Práticas. Adaptado de SEI [SEI, 2006].	34
Figura 21 – Área de Processo Medição e Análise no CMMI. Adaptado de Schnaider [Schnaider <i>et al.</i> , 2004].	36
Figura 22 – Componentes do MPS.BR [Softex, 2007].	40
Figura 23 – Relação entre Processo e Capacidade nos Níveis de Maturidade do MPS.BR. Adaptado de Softex [Softex, 2007].	40
Figura 24 – Modelo de Medição de Software Proposto pela ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007].	43
Figura 25 – Derivação da Norma ISO/IEC 15939. Adaptado de McGarry e outros [McGarry <i>et al.</i> , 2002].	44

Figura 26 – Arquitetura de Negócio proposta por Eriksson e Penker	44
Figura 27 – A área de MA como menor média em relação a aderência. [Teodora & Izaskun, 2008]	50
Figura 28 – Fluxo Principal do PROMPES.....	58
Figura 29 – Macro-Atividade de Definir Estratégia Organizacional.	59
Figura 30 - Macro-Atividade de Modelar Conceitualmente.	64
Figura 31 - Macro-Atividade de Modelar Metas e Problemas.	66
Figura 32 - Macro-Atividade de Planejar Medição.	68
Figura 33 - Macro-Atividade de Executar Medição.....	75
Figura 34 - Macro-Atividade de Analisar e Documentar Resultados.	78
Figura 35 – Modelo de Dados da FAM.....	83
Figura 36 – Definição do Contexto do Negócio.....	87
Figura 37 – Definição da Declaração da Visão.	88
Figura 38 – Definição da Matriz TOWS.	89
Figura 39 – Descrição do Processo a Ser Controlado.	90
Figura 40 – Modelagem Conceitual do Processo de Gerenciamento de Projetos.....	90
Figura 41 – Definição do Processo de Gerenciamento de Projetos a Ser Controlado.....	92
Figura 42 – Definição e Caracterização do Contexto do Projeto.	93
Figura 43 – Definição do Estabelecimento do Compromisso.	94
Figura 44 – Definição do Mapeamento e Priorização das Medidas.	95
Figura 45 – Definição das Medidas Aplicáveis.....	96
Figura 46 – Definição das Medidas Básicas.....	97
Figura 47 – Descrição da Caracterização das Medidas Básicas.....	98
Figura 48 – Descrição do Registro e Coleta das Medidas Básicas.....	99
Figura 49 – Definição dos Indicadores dos Projetos.	100
Figura 50 – Descrição da Geração do Indicador.	101
Figura 51 – Descrição da Análise do Indicador.	102
Figura 52 – Definição da Forma de Distribuição do Indicador.....	102
Figura 53 – Execução da Atividade de Coletar Dados.....	103
Figura 54 – Execução da Atividade de Analisar Dados.	103
Figura 55 – Execução da Atividade de Armazenar Dados.....	105
Figura 56 – Avaliação das Medidas, Indicadores e Processo de Medição.....	106
Figura 57 – Atualização da Base de Experiência.	107
Figura 58 – Identificação e Implementação das Melhorias.	108
Figura 59 – Horas Realizada na Aplicação e Treinamento do PROMPES.....	111

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Taxas de Evolução nos Projetos de TI [The Standish Group, 2001].	2
Tabela 2 – Modelo de Estudo do Nível Conceitual.	20
Tabela 3 – Mapeamento entre Nível de Maturidade e Área de Processo do CMMI.	35
Tabela 4 – Mapeamento entre Nível de Maturidade e Área de Processo do MPS.BR.	41
Tabela 5 – Relacionamento entre Resultados do Processo de Medição do MPS.BR.	42
Tabela 6 – Macro-Atividades e Atividades da ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007].	43
Tabela 7 – Mapeamento Entre Modelos e Norma (Visão SP).	46
Tabela 8 – Mapeamento Entre Modelos e Norma (Visão GP).	47
Tabela 9 – Os 10 Problemas Recorrentes no CMMI Nível 2 [Cukier, 2008].	51
Tabela 10 – Características das MPEs e Requisitos da PROMPES [Revankar <i>et al.</i> , 2005], [Teodora & Izaskun, 2008], [Herndon & Salars, 2005] e [SEBRAE, 2004].	56
Tabela 11 – Resultados Esperados para o Processo de Medição PROMPES [ISO/IEC 15504, 2004].	109
Tabela 12 – Níveis de Capacidade Proposto pelo MARES [ISO/IEC 15504, 2004].	109
Tabela 13 – Atributos de Processo da ISO/IEC 15504.	110
Tabela 14 – Notas Médias Atribuídas na Avaliação do Processo de Medição.	112

1. Introdução

1.1. Contexto

Organizações desenvolvedoras de software estão cada vez mais preocupadas com a excelência na qualidade de seus produtos em decorrência da crescente exigência de seus clientes. Esta exigência reflete na adição de novos requisitos no produto de software. Contudo, à medida que novos requisitos são incorporados ao software, o número de problemas enfrentados durante o desenvolvimento aumenta [Scotto *et al.*, 2004].

A adição de novos requisitos interfere diretamente no escopo do projeto. A qualidade do projeto é afetada pelo balanceamento de três fatores: escopo, custo e tempo [Paula Filho, 2003]. Projetos de alta qualidade entregam o produto ou serviço solicitado dentro do escopo, no prazo e dentro do orçamento. A relação entre esses fatores ocorre de tal forma que se algum dos três fatores mudar, pelo menos um outro fator será afetado [PMI, 2004], mostrando serem à base do triângulo apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Relacionamento para Composição da Qualidade dos Projetos de Software. Adaptado de Paula Filho [Paula Filho, 2003].

Um estudo publicado pelo Standish Group em 2001 [The Standish Group, 2001] demonstra uma evolução dos projetos finalizados com sucesso ao longo do tempo. Os dados comprovam uma evolução na área de Gerência de Projetos (GP).

Entretanto, aproximadamente 70% dos projetos não terminam conforme o planejado ou são cancelados. A Tabela 1 sumariza percentualmente os dados desse estudo.

Tabela 1 - Taxas de Evolução nos Projetos de TI [The Standish Group, 2001].

	1994	1996	1998	2000
Projetos concluídos no tempo e custo, com todas as funcionalidades inicialmente definidas.	16%	27%	26%	28%
Projetos completos e operacionais, porém com orçamento e prazos estourados e com menos funcionalidades do que especificado inicialmente.	31%	40%	28%	23%
Projetos cancelados em algum ponto do ciclo de desenvolvimento.	53%	33%	46%	49%

Neste contexto, aumentar a qualidade e produtividade dos projetos de software são os objetivos principais da maior parte das organizações desenvolvedoras de software [Mens & Demeyer, 2001]. Um dos fatores determinantes de sucesso na melhoria do processo (produtividade) e do produto (qualidade) é a presença de abordagens e modelos de medição [Gopal *et al.*, 2005] e [Kilpi, 2001]. Estas abordagens e modelos fazem com que a qualidade e produtividade aumentem, tornando a organização competitiva no mercado de software através do auxílio nas atividades de planejamento e controle dos projetos e na melhoria na execução dos processos [Daskalantonakis, 1992].

O fato é que, a indústria de software, é sempre confrontada com questões de qualidade e produtividade. Gerentes de Projeto reconhecem que uma gerência de projetos eficaz é de fundamental importância para obtenção do sucesso nos projetos [Gopal *et al.*, 2002]. Por Gerência de Projetos ou Gestão de Projetos entende-se: aplicação de conhecimentos, ferramentas, habilidades e técnicas na elaboração de atividades relacionadas para atingir um conjunto de objetivos pré-definidos [PMI, 2004].

Deste modo, para garantir uma gerência de projeto eficaz, processos de medição ganharam uma atenção especial tornando-se parte necessária para as organizações que desenvolvem software [Pfleeger, 1993]. O trabalho de Demarco [Demarco, 1982] afirma que “você não pode controlar aquilo que você não mede”.

Pressman [Pressman, 2006] afirma que sem dados quantitativos e qualitativos a respeito de todo o processo de desenvolvimento de software e do produto, por parte de

uma organização, é impossível tirar qualquer conclusão sobre de que forma está evoluindo a qualidade do produto.

Para a captura de dados quantitativos e qualitativos dos projetos e para a definição e aplicação de processos de medição, importantes abordagens e modelos têm sido utilizados. Duas destas abordagens e um destes modelos destacam-se na literatura: *Goal-Question-Metric* (GQM) [Basili, 1992], [Basili *et al.*, 1994b], [Basili *et al.*, 1994a], *Goal-Driven Software Measurement* (GDSM) [Park *et al.*, 1996] e *Practical Software Measurement* (PSM) [McGarry *et al.*, 2002].

Alguns trabalhos têm utilizado estas abordagens e modelos em médias e grandes organizações de software (acima ou igual a 50 empregados [MCT, 2005], [Wangenheim *et al.*, 2003] e [Richardson & Wangenheim, 2007]). No trabalho de Hall e Fenton [Hall & Fenton, 1997], o GQM foi aplicado em duas grandes organizações e como resultado concluiu que o fator mais importante no sucesso de um programa de medição é a participação dos gerentes de projetos. Já o trabalho de Kilpi [Kilpi, 2001] afirma que, com o uso do GQM na Nokia, foi possível uma economia de 50% do custo em relação a não utilização de modelos ou abordagens conhecidas de mensuração.

O uso destes modelos e abordagens também tem sido aplicado no contexto das Micro e Pequenas Empresas de software (MPEs – caracterizadas como empresas com menos de 50 empregados [MCT, 2005], [Wangenheim *et al.*, 2003] e [Richardson & Wangenheim, 2007]). No trabalho de Kautz [Kautz, 1999], a abordagem aplicada foi inspirada principalmente no GQM. Entretanto o GQM não foi completamente aplicado na organização devido à resistência encontrada nos projetos de software selecionados. O mesmo problema é ilustrado pelo trabalho de Offen e Jeffery [Offen & Jeffery, 1997] onde o GQM foi modificado e incorporado a uma metodologia denominada M³P para atender a pequenas e grandes organizações.

Pfleeger [Pfleeger, 1999] afirma que o programa de medição deve estar alinhado a maturidade da organização. Como no geral, as MPEs sofrem de baixa maturidade [Sutton, 2000] e pela dificuldade da aplicação destes modelos e abordagens no contexto das MPEs por serem genéricos [Anacleto, 2001], observou-se a necessidade de estabelecer um processo de medição de mais fácil aplicação e aproveitamento por parte das MPEs.

A fim de sanar estes problemas no contexto das MPEs, Díaz-Ley e outros [Díaz-Ley *et al.*, 2007a], [Díaz-Ley *et al.*, 2007b], [Díaz-Ley *et al.*, 2008], trabalharam no contexto de estabelecimento de programas de medição. No Brasil, Anacleto e Wangenheim [Anacleto, 2001], [Anacleto & Wangenheim, 2002], [Anacleto *et al.*, 2002], [Wangenheim *et al.*, 2003] também contribuíram para a aplicação de modelos de mensuração nas MPEs. Entretanto, estes trabalhos não fornecem uma sistemática de aplicação de processos com artefatos, papéis, entradas e saídas bem definidas nem tão pouco fornecem uma ferramenta específica para aplicação de um processo de medição voltado para o contexto e realidade das MPEs. Assim, observou-se a necessidade de estabelecer um processo de medição de fácil aplicação por parte das MPEs com uma ferramenta integrada, dando suporte às atividades definidas pelo processo.

1.2. Motivação

Segundo dados do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) [MCT, 2005] e de Fayad e outros [Fayad *et al.*, 2000], o mercado na área de software é marcado pela predominância de MPEs sendo consideradas muito importantes para a economia nacional, empregando um grande número de pessoas.

As MPEs, em geral, sofrem com problemas de baixa maturidade, limitações de pessoas, recursos e treinamentos, múltiplas influências de várias fontes (i.e, investidores, clientes, parceiros e competidores), dinamicidade de tecnologias e processos de produção informais afetando principalmente a qualidade de seus produtos [Sutton, 2000].

A adoção de modelos de melhoria de processos é uma importante ação para resolver os problemas apresentados acima [Ferreira *et al.*, 2007]. Normas internacionais como ISO/IEC 12207 [ISO/IEC 12207, 2002], ISO/IEC 15504 [ISO/IEC 15504, 2004] também conhecida por *Software Process Improvement and Capability dEtermination* (SPICE), ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007] e modelos de referência como o *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) [SEI, 2006] foram criados para auxiliarem na melhoria de processo de software das organizações.

Fayad e outros [Fayad *et al.*, 2000], afirmam que as maiores dificuldades encontradas pelas MPEs em implantar modelos de melhoria de processo estão relacionados à falta de guia específico para este segmento.

Para suprir esta necessidade a indústria brasileira e instituições de pesquisa têm trabalhado juntas durante os últimos anos para definir e evoluir um modelo de referência para Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR) mais aderente a realidade das MPEs [Softex, 2007]. Outros modelos internacionais, como MoProSoft [Oktaba, 2006], ADEPT [McCaffery *et al.*, 2007], RAPID [Routz *et al.*, 2000], e PROCESSUS [Horvat & Györkös, 2000] também foram definidos para que as MPEs possam utilizar sua infra-estrutura na melhoria de processos de software [Pino *et al.*, 2009].

Neste contexto, Wangenheim e outros [Wangenheim *et al.*, 2006b] afirmam que melhorias no processo de desenvolvimento de software podem ser aplicadas a realidade das MPEs a baixos custos, identificando principalmente os benefícios, fraquezas e oportunidades de melhoria alinhadas aos objetivos de negócio das organizações.

Para processos de medição, alguns trabalhos [Anacleto *et al.*, 2002], [Anacleto & Wangenheim, 2002], [Gopal *et al.*, 2002], [Kautz, 1999], reforçam esta idéia demonstrando que é possível haver reduções nos custos utilizando processos aderentes à realidade das organizações e ferramentas automatizadas para suportar as várias etapas do programa definido.

Alguns trabalhos [Weller, 1994], [Lim, 1994], [Daskalantonakis, 1992] demonstram como os processos de medição ajudam a melhorar os projetos e os processos bem como avaliar os recursos nas organizações. Sendo assim, a medição tem se tornado fundamental para muitas atividades da Engenharia de Software obtendo benefícios para [Pfleeger *et al.*, 1997]:

- Desenvolvedores, especialmente aqueles envolvidos em grandes projetos com grandes prazos - usam as medidas para ajudá-los entender o progresso em uma determinada tarefa;
- Gerentes - buscam medidas que demonstrem o esforço e os marcos dos projetos;

- Clientes - apesar de possuírem pouco controle sobre o produto a ser desenvolvido, buscam medidas para ajudá-los a determinar a qualidade e funcionalidade do produto.

Portanto, o uso das medidas está diretamente ligado à melhoria do processo e produto de software [Pfleeger *et al.*, 1997]. A medição de software está se consolidando como uma prática importante entre as organizações, visando suportar suas iniciativas de melhoria no processo e produto de software [Pino *et al.*, 2009], pois pode servir tanto como fonte de informação para o monitoramento da situação atual do produto, como para a identificação de erros e desvios na execução do processo [França *et al.*, 1999].

1.3. Objetivos do Trabalho

O objetivo principal do trabalho foi a especificação e o desenvolvimento de uma infra-estrutura de suporte a processos de medições. Esta infra-estrutura consiste de dois componentes principais: um processo de medição denominado PROMPES - PROcesso de MediçãO para micro e Pequenas Empresas de Software e uma ferramenta de suporte denominada FAM - Ferramenta de Apoio as Medições.

O PROMPES é voltado para MPes e observa principalmente o modelo PSM e a técnica de modelagem de processos de negócio utilizando UML proposta por Eriksson e Penker [Eriksson & Penker, 2000]. Os principais modelos de referência tais como CMMI e MPS.BR, a norma ISO/IEC 15939, e principalmente, aspectos específicos das micro e pequenas organizações de desenvolvimento de software também são considerados.

Para facilitar a aplicação de medição neste setor o PROMPES é baseado na abordagem PSM que está se tornando largamente aceita e implantado na indústria de software ao redor do mundo [McGarry *et al.*, 2002]. O PSM foi selecionado, dentre outros aspectos, em função de fornecer um guia baseado em experiências de como definir e implementar um processo de medição orientado à informação para projetos de software [McGarry *et al.*, 2002].

Basili e outros [Basili *et al.*, 2007] afirmam que modelos de mensuração, como PSM e GQM, não fornecem uma ligação entre o programa de mensuração e os objetivos de

negócio da organização. Esta lacuna dificulta a aplicabilidade e não contribui para a captura de importantes dados utilizados em decisões estratégicas das organizações [Basili *et al.*, 2007].

Sendo assim, foi utilizada na especificação do PROMPES a técnica de Modelagem de Processo de Negócio (MPN) proposta por Eriksson e Penker [Eriksson & Penker, 2000]. O papel do MPN na especificação do PROMPES é fornecer a visão estratégica da organização e assim realizar a ligação entre medidas e decisões estratégicas, ou seja, o MPN auxilia na identificação das medidas a serem coletadas por parte das MPEs alinhadas aos objetivos estratégicos, considerando, dentre outros, os processos deficientes da organização.

A escolha do MPN foi inspirada em parte pelo trabalho de Goethert e Fisher [Goethert & Fisher, 2003] e pelo trabalho de Becker e Bostelman [Becker & Bostelman, 1999]. Neste trabalho eles fizeram a ligação entre a missão e as metas estratégicas da organização e as medidas voltadas para aspectos operacionais utilizando o arcabouço do *Balanced Score Card* (BSC) [Kaplan & Norton, 1992] e o GQM. A principal diferença destes com este trabalho relaciona-se com o escopo: Goethert, Fisher, Becker e Bostelman queriam direcionar a tradução da organização no seu alto nível e definir as medidas relacionadas enquanto que nossa intenção é utilizar o MPN para direcionar o foco de quais medidas devem ser tratadas no contexto de desenvolvimento de software nas MPEs.

Além da construção do processo proposto, e da ferramenta de apoio, o objetivo final deste trabalho é um estudo de caso [Zambalde & Pádua, 2005] da aplicação do processo PROMPES e da ferramenta FAM, em uma MPE seguida de uma forma simples de acompanhamento. Desta forma, de uma maneira preliminar foi possível observar que a abordagem deste trabalho pode ajudar as MPEs em uma escolha mais confiável e aproveitável das medidas e métricas.

A validação do trabalho foi realizada através da distribuição e consolidação de questionários definidos através de um método que é discutido no capítulo 7.

1.4. Limites do Trabalho

Tão importante quanto enumerar os objetivos é esclarecer de forma precisa os limites, visando delimitar o escopo do trabalho desenvolvido.

O principal objetivo do trabalho foi a definição de um processo de medição aderente à realidade das MPEs, observando os modelos de referência CMMI e MPS.BR, adotando o modelo de mensuração PSM, observando atividades da ISO/IEC 15939 e utilizando a MPN para identificação dos processos que devem ser mensurados baseados nos objetivos de negócio da organização.

Apesar do trabalho de Fenton e Neil [Fenton & Neil, 2000] apresentar um conjunto de medidas básicas para qualquer tipo de organização categorizando por produto (tamanho, complexidade, desempenho, cobertura dos testes), processo (tempo de desenvolvimento, esforço, custo, número de mudança nos requisitos) e recursos (produtividade, maturidade) não foi objetivo deste trabalho a definição de um catálogo de medidas e métricas para as MPEs.

Não foram considerados para este trabalho o uso das abordagens GQM, GQIM e IEEE-1061 [IEEE 1998, 1998], pois em linhas gerais, o que essas propostas pregam é que a seleção das medidas e métricas deve tomar como base os objetivos que se pretende atingir com a mensuração [Viveiros, 2006], enquanto que este trabalho toma como base os objetivos da organização e os problemas enfrentados pelos seus processos de negócio.

Para suprir estas necessidades de alinhamento da mensuração com os objetivos estratégicos no GQM, PSM e GDSM o trabalho de Basili e outros [Basili *et al.*, 2007], o de Card [Card, 2003] e o de Goethert e Fisher [Goethert & Fisher, 2003] utilizaram-se da técnica de *Balanced Score Card (BSC)* [Kaplan & Norton, 1992] respectivamente. O uso do BSC está atrelado principalmente as organizações que buscam ou que já possuem altos níveis de maturidade [Vasques, 2005]. Mas as MPEs tipicamente possuem baixa maturidade [Díaz-Ley *et al.*, 2008] e por isto, neste trabalho o uso do MPN configura-se como uma alternativa ao uso do BSC no alinhamento dos objetivos estratégicos às medições.

Para a execução do processo proposto foi construída uma ferramenta de suporte a atividades definidas no processo. Em função dos prazos, não foram construídos módulos de coleta automatizada, armazenamento estruturado dos dados e modelos de extração, conversão e análise dos dados.

1.5. Organização do Texto

Este trabalho está organizado em sete capítulos, incluindo esta introdução, descritos resumidamente a seguir:

O Capítulo 2 apresenta alguns aspectos das micro e pequenas empresas brasileiras que são importantes com relação à infra-estrutura de medição que definimos. Apresenta ainda a medição de software, com seus principais conceitos, as abordagens e um modelo de medição, os modelos de melhoria de processos e a norma internacional ISO/IEC 15939 que corresponde a processos de medição.

O Capítulo 3 discute os principais problemas enfrentados pelas MPEs no contexto de medição, bem como os trabalhos relacionados e como avaliar a aplicação e aderência de um processo nas micro e pequenas organizações de software.

O Capítulo 4 apresenta a infra-estrutura, compreendendo o processo de medição de software PROMPES, sendo detalhado desde suas macro-atividades de trabalho até seus modelos de documentos a serem usados pela organização que venha a implementá-lo.

O Capítulo 5 discute as funcionalidades da ferramenta para apoio ao processo.

O Capítulo 6 mostra um estudo de caso preliminar correspondendo à implantação do PROMPES e da FAM em uma pequena empresa de software.

O Capítulo 7 discute como foi realizada a validação do estudo de caso e os resultados obtidos.

O Capítulo 8 conclui o trabalho com uma sumarização das contribuições, uma discussão das lições aprendidas, os trabalhos futuros e as considerações finais.

2. Referencial Teórico

2.1. Situação das Micro e Pequenas Empresas no Brasil

As MPEs são consideradas, algumas vezes, como empregando de 1 a 49 funcionários [MCT, 2005], [Wangenheim *et al.*, 2003] e [Richardson & Wangenheim, 2007] e, outras vezes, elas são classificadas como possuindo menos que 100 empregados [Carmel & Bird, 1997] e [Garcia, 2005].

Independente da caracterização, o uso estratégico de dados torna-se importante para que as MPEs possam competir de forma equilibrada, promovendo crescimento sustentável, reduzindo custos, aumentando a produtividade, prospectando novos mercados, dentre outros fatores vitais a qualquer empresa que busque maior participação e consolidação no mercado [SEBRAE, 2004].

Hoje em dia, o setor de desenvolvimento de software é um dos que mais crescem no mundo [Pino *et al.*, 2009] e no Brasil não há razão para acreditar que seja diferente. Diversas empresas atuam neste mercado e de acordo com dados apresentados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia [MCT, 2005], considerando a força de trabalho total e efetiva (sócios, diretores, empregados efetivos, prestadores de serviço, estagiários e bolsistas), as MPEs representam 77% do mercado de software brasileiro, conforme apresentado na Figura 2.

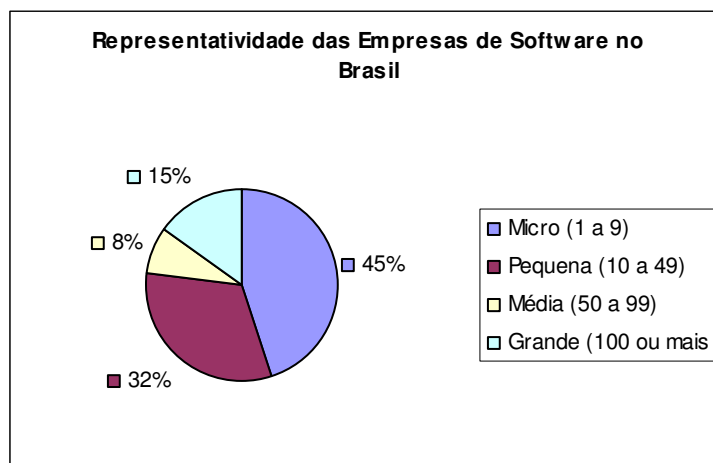


Figura 2 – Representatividade das Empresas de Software no Brasil. Adaptado de MCT [MCT, 2005].

Contudo, o número de MPEs que encerram suas atividades logo nos dois primeiros anos é bastante elevada (cerca de 96%) e segue uma tendência também observada em outros setores [SEBRAE, 2004].

Um dos fatores que contribuem para este elevado nível de mortalidade é a falta de garantia da qualidade de seus produtos, sendo que a qualidade do produto final em uma organização é determinada principalmente pelo seu processo produtivo [Weber *et al.*, 2005]. Desta forma, um caminho que contribui para que empresas cresçam e se tornem cada vez mais competitivas é investir na melhoria contínua de seus processos [Pfleger & Rombach, 1994].

Conforme apresentado pelos trabalhos de Guerrero e Eterovic [Guerrero & Eterovic, 2004] e Wangenheim e outros [Wangenheim *et al.*, 2006a] as MPEs geralmente possuem um processo de software informal (dependente principalmente da competência das pessoas) e investem na entrega dos produtos do que na melhoria dos processos. As figuras 3 e 4 ilustram este problema apresentando a quantidade de empresas que não conhecem ou utilizam, por exemplo, técnicas de mensuração para cálculo de qualidade e produtividade dos produtos de software.

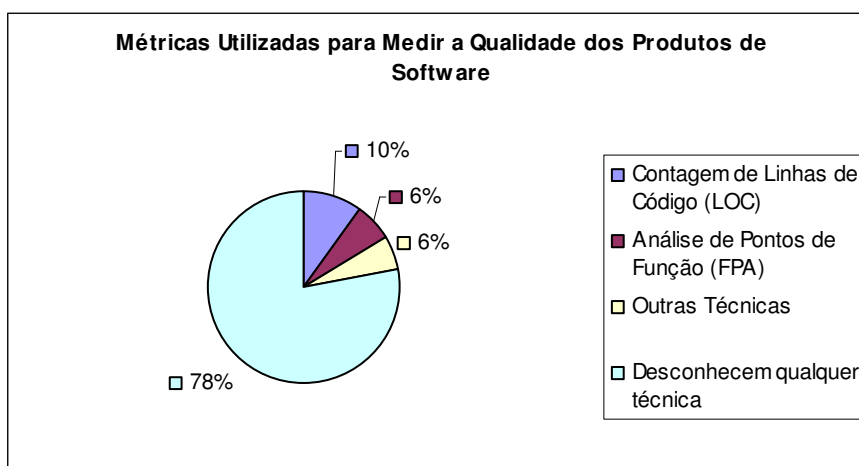


Figura 3 – Medidas para Medir a Qualidade dos Produtos. Adaptado de MCT [MCT, 2005].

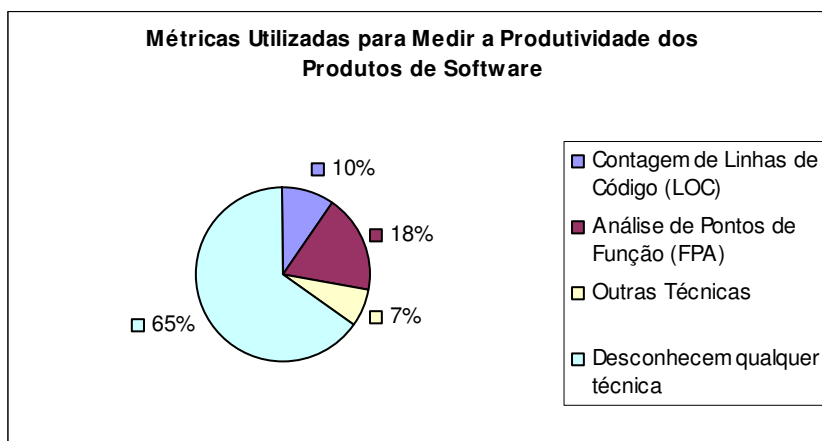


Figura 4 - Medidas para Medir a Produtividade dos Produtos. Adaptado de MCT [MCT, 2005].

Nesse contexto, Thiry e outros [Thiry *et al.*, 2006] e Pino e outros [Pino *et al.*, 2009] afirmam que o estabelecimento sistemático de processos nas MPEs pode contribuir significativamente na melhoria de seus produtos e assim, aumentar sua competitividade e suas chances de sobrevivência.

2.2. Medição de Software

2.2.1. Fundamentos da Medição

Mensuração é o processo pelo qual números ou símbolos são associados a atributos de entidades no mundo real, com o objetivo de descrevê-la de acordo com um conjunto de regras claramente definidas [Fenton, 1994]. Uma entidade pode ser entendida e caracterizada por um objeto do mundo real (por exemplo, um carro) e os atributos são características ou propriedades de uma determinada entidade (por exemplo, cor, modelo, ano de um determinado carro).

Assim as entidades de software podem ser descritas em três categorias [Fenton & Pfleeger, 1997]:

- Entidade de Processo: coleção de atividades relativas ao desenvolvimento e/ou manutenção;
- Entidade de Produto: qualquer artefato produzido ou modificado durante o desenvolvimento ou a manutenção de software (ex.: código-fonte, documentação de projeto do software). Qualquer artefato ou documento produzido durante o ciclo de desenvolvimento pode ser medido;

- Entidade de Recurso: pessoas, equipamentos, softwares que são utilizados ou consumidos no processo de desenvolvimento.

Sommerville [Sommerville, 1996] afirma ainda que a medição de software pode ser caracterizada como: processo pelo qual pode-se levantar medidas relevantes de um determinado produto, processo ou recurso onde através de um conciso programa de medição pode-se coletar e analisar dados quantitativos e qualitativos sobre os aspectos relevantes de recursos, projetos de software, processos e produtos de software.

Assim, a medição permite quantificar atributos de entidades de modo a manipulá-los e aprender mais a seu respeito [Kitchenham *et al.*, 1995]. Assim, a Figura 5 representa que um valor (*Value*), expresso em uma certa unidade (*Unit*), mede um atributo (*Attribute*).

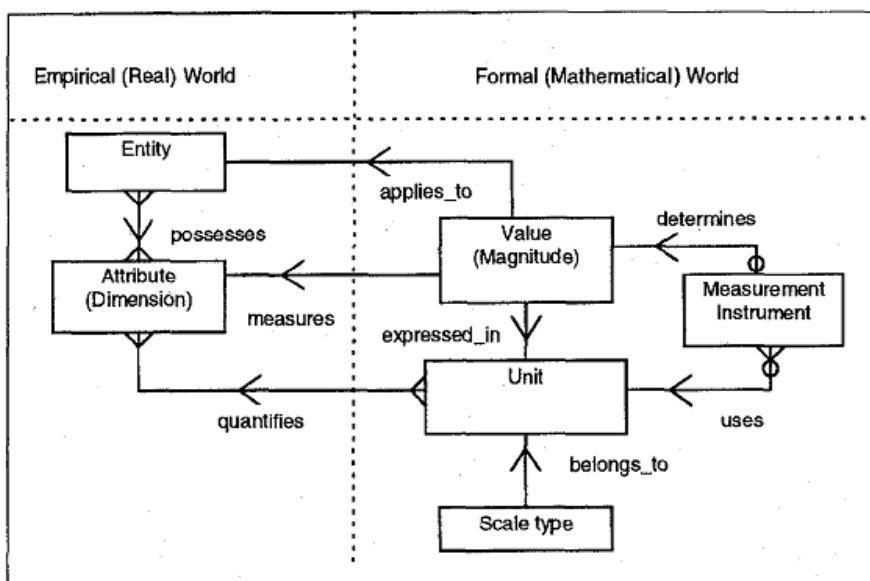


Figura 5 – Modelo Estrutural da Medição [Kitchenham *et al.*, 1995].

Para o levantamento e captura das medidas que devem ser coletadas existem basicamente duas abordagens: *bottom-up* e *top-down* [Pfleeger & Rombach, 1994].

A idéia das abordagens *bottom-up* é a existência de um conjunto de medidas fundamentais que devem ser coletadas para responder a quaisquer questões dos projetos, e que independem dos objetivos da organização [Park *et al.*, 1996]. No entanto, Park e outros [Park *et al.*, 1996] e Basili [Basili, 1992] argumentam que a abordagem *bottom-up* geralmente falha, pois podem existir muitas entidades do

mundo real para serem analisadas podendo gerar um esforço maior que os benefícios obtidos.

Com isso, uma segunda forma de abordagem foi criada: a *top-down*. As abordagens *top-down* auxiliam a derivar medidas a partir das metas e a interpretar os dados coletados no contexto das metas desejadas [Basili *et al.*, 1994b]. Desta forma, as abordagens de medição *top-down* caracterizam-se por serem orientadas a metas definidas explicitamente estabelecendo como a medição deve acontecer.

Portanto, Fenton [Fenton, 1994] explica que existem dois tipos de medição de software para estas abordagens apresentadas: a medição direta e indireta. A medição direta é realizada quando o atributo medido não depende da medição de um outro atributo. Já a medição indireta é realizada quando o atributo medido depende da medição de um ou mais atributos previamente medidos [Fenton, 1994].

Tanto a medição direta quanto a indireta produzem como resultado um conjunto de medidas [Fenton, 1994]. Estas medidas podem ser classificadas como subjetivas ou objetivas [Latum *et al.*, 1998]. Medidas subjetivas são aquelas que dependem do julgamento humano, e seus resultados podem variar de pessoa para pessoa refletindo o julgamento de quem realizou a medição. Medidas objetivas, ao contrário, pressupõem que o processo de quantificação seja baseado em regras numéricas bem definidas, permitindo que um mesmo resultado seja obtido independentemente da pessoa que realizou a medição, do momento ou do ambiente em que isto foi realizado [McGarry *et al.*, 2002].

Uma medida constitui um mapeamento entre um atributo específico e uma escala matemática [Kitchenham *et al.*, 1995]. Existem quatro tipos de escalas [Pfleeger *et al.*, 1997]:

- Escala nominal: coloca um conjunto de itens em diferentes categorias. É a escala utilizada, por exemplo, quando queremos identificar linguagens de programação que foram utilizadas para a construção de um determinado produto de software (Java, C, C++, entre outras);
- Escala ordinal: também classifica os itens em categorias, mas associando a eles uma ordem. É a escala usada quando queremos classificar, por

exemplo, falhas a partir de severidades classificadas como maior, menor ou catastrófica;

- Escala de intervalo: define a distância de um ponto para outro de tal forma, que existam intervalos iguais entre números consecutivos. Esta propriedade suporta cálculos de valores médios, que não são suportados por uma escala ordinal. No entanto, não existe um zero absoluto, dificultando a comparação entre grandezas. Não existem muitos exemplos de escala de intervalo na Engenharia de Software, as escalas de temperatura Celsius e Fahrenheit são bons exemplos deste tipo de escala.
- Escala de razão: representa a escala com maior flexibilidade e poder de informação. Esta escala difere da escala de intervalo por possuir um zero absoluto, permitindo o cálculo da razão entre grandezas. O tamanho de um software é um exemplo de medida com escala que permite razões.

Os atributos (medidas) podem ou não serem combinados a fim de formar uma ou mais entidades (métricas) do mundo real, conforme apresentado pela Figura 5 [Kitchenham *et al.*, 1995].

2.2.2. Motivações e Benefícios das Medições

A área de medição de software em Engenharia de Software é considerada ao mesmo tempo crítica e necessária na busca de uma maior maturidade pelas organizações de software [Baker *et al.*, 1990].

Assim, um programa de medição de software contribui para alcançar certo nível de maturidade nas questões de controle e desenvolvimento dos produtos e projetos de software [Kitchenham *et al.*, 1995].

A utilização de medidas provê importante suporte ao planejamento, controle, monitoramento e avaliação do processo e do produto de software. Neste sentido, existem na literatura vários exemplos de sucesso na implantação de programas de medição aderentes à realidade das organizações [Daskalantonakis, 1992], [Grady, 1994], [Hall & Fenton, 1997], [Kilpi, 2001], [Lucero, 1997], [Pfleeger, 1993].

Baseados nos benefícios que um programa de medição pode trazer para a realidade das organizações, as principais motivações para se medir software, são: [Humphrey, 1989]:

- Avaliar: dados quantitativos e qualitativos podem ser usados para verificar se um produto atende aos critérios de aceitação;
- Conhecer: dados quantitativos e qualitativos podem ser coletados para prover um conhecimento mais amplo do processo e do produto;
- Controlar: dados podem ser usados para acompanhar e controlar alguma atividade ou projeto;
- Prever: dados quantitativos podem ser usados para gerar indicadores de tendências ou estimativas.

Sendo assim, uma organização de software pode ter por objetivo estabelecer um programa de medição por várias razões. As três principais razões para medir o software são [Scotto *et al.*, 2004]:

- Entender e modelar processos e produtos;
- Obter dados que auxiliem no gerenciamento dos projetos;
- Guiar melhorias nos processos de engenharia de software.

Outros resultados e benefícios com a medição de software podem ser enunciados por vários trabalhos, como:

- Maior controle do processo e do produto por parte dos gerentes de projetos [Pfleeger, 1993];
- Reduções nos tempos de solicitações de mudanças, correção de erros e geração de versões de sistema [Kautz, 1999];

2.2.3. Dificuldades Encontradas no Estabelecimento dos Programas

A implantação de programas de medição nas organizações de software é marcada na sua predominância por muitas dificuldades e até mesmo fracassos [Herbsleb & Grinter, 1998]. A Figura 6 demonstra que em 1998 dos seiscentos e dez programas de medição somente cento e quarenta persistiram por mais de dois anos (21%).

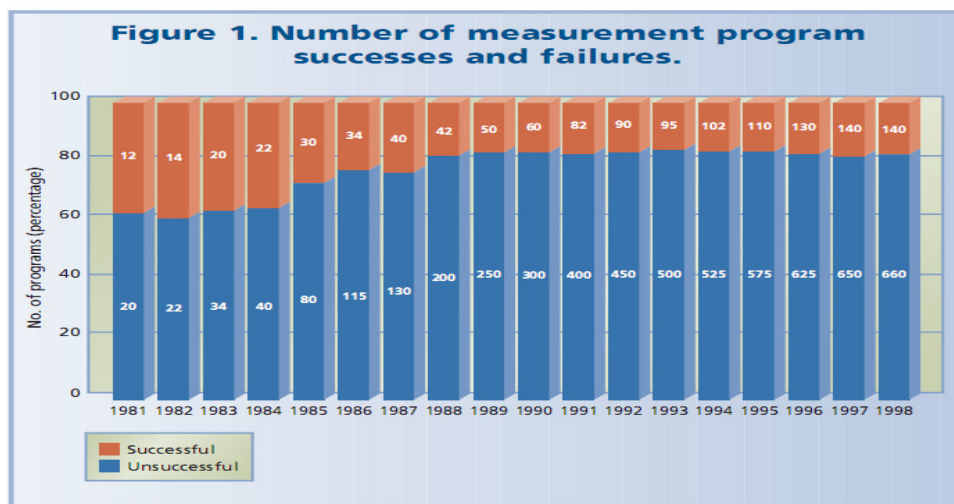


Figura 6 – Sobrevivência dos Programas de Mensuração [Dekkers & McQuaid, 2002].

Geralmente, a introdução de um programa de medição de software numa organização de software, é marcada por dificuldades inicialmente na definição do programa e, posteriormente, em sua execução [França *et al.*, 1999]. Em relação à definição, muitas vezes, a empresa não consegue identificar as medidas mais relevantes para sua realidade [França *et al.*, 1999].

Outros fatores de insucesso podem ser decorrentes da combinação de três problemas básicos [Dekkers & McQuaid, 2002]:

- Pouco conhecimento teórico bem como o não entendimento daquilo que está sendo medido;
- O uso incorreto dos dados medidos e coletados;
- A não compreensão de fatores humanos (como as mudanças culturais na implantação de processos e programas de mensuração afetam as pessoas) e o não conhecimento dos processos e padrões de desenvolvimento. Em outras palavras, a equipe de medição geralmente analisa as medidas somente com um olhar técnico, e não leva em consideração outros aspectos como capacidade de criação de novas métricas e comunicação para os envolvidos.

2.2.4. Requisitos e Características de Programas Bem-Sucedidos

De acordo com os trabalhos presentes na literatura, programas de medição bem-sucedidos devem contemplar os seguintes fatores:

- Estabelecimento e Transparência das Medidas: é de fundamental importância saber como definir as medidas a serem coletadas o mais cedo possível [Grady, 1994]. O programa de medição deve ser óbvio para os envolvidos. Eles devem entender quais medidas estão sendo coletadas, como estão sendo coletadas, e como serão utilizadas [Hall & Fenton, 1997]. É importante divulgar as medidas para as pessoas corretas. Por exemplo, uma equipe de testes talvez não precise analisar as medidas que fazem parte do escopo dos desenvolvedores. Os desenvolvedores devem estar aptos a acessar o programa de medição e avaliar as medidas coletadas [Pfleeger, 1993].
- Procedimentos para Coleta de Dados: procedimentos otimizados e compactos de coleta de dados também são responsáveis pelo sucesso dos programas de medição [Daskalantonakis, 1992] e [Pfleeger, 1993]. Esses procedimentos afetam os programas positivamente, pois aumentam a confiabilidade e precisão dos dados e, desta forma, aumentam a confiança do gerente que faz uso da informação [Demarco, 1982].
- Ferramentas Automatizadas: ferramentas ajudam a reduzir os erros no planejamento e coleta de dados e oferecem mais confiabilidade e integridade dos dados medidos [Daskalantonakis, 1992], [Hall & Fenton, 1997] e [Pfleeger, 1993].
- Treinamento: pessoas treinadas na utilização e no uso de medidas tendem a usar mais e melhor os programas de medição definidos nas organizações [Daskalantonakis, 1992] e [Gopal *et al.*, 2002].
- Análise e *Feedback*: devem ser usados métodos e ferramentas estatísticas para se obter melhores resultados [Gopal *et al.*, 2002]. Quando os envolvidos têm o retorno dos dados coletados e das análises realizadas, eles conseguem perceber o programa mais positivamente. Para prover o *feedback* adequado podem ser usados e-mails, grupos de notícias, gráficos e relatórios [Hall & Fenton, 1997].
- Apoio Gerencial: forte comprometimento da alta gerência é uma das formas de institucionalizar o programa e seus benefícios, estabelecendo uma cultura de tomada de ação [Pfleeger, 1993].

- Equipe Dedicada de Medição: a responsabilidade pelos programas de medição deve ser designada a uma equipe dedicada de medição [Hall & Fenton, 1997].
- Implementação Incremental: definir um programa de mensuração ao longo do tempo adaptando características das organizações apresenta menores riscos do que uma implementação completa [Hall & Fenton, 1997]. Opte por um número inicialmente reduzido de medidas [Clark, 2002].

2.3. Abordagens e Modelos de Mensuração de Software

2.3.1. GQM (*Goal Question Metric*)

Uma das principais abordagens de mensuração existentes e considerada como grande referencial para a área de pesquisa em medição é o GQM desenvolvido por Victor Basili e outros [Basili *et al.*, 1994b]. Inicialmente o GQM foi proposto para a caracterização e avaliação de defeitos em projetos desenvolvidos por um dos laboratórios de Engenharia de Software da NASA (*Goddard Space Flight Center*) [Basili *et al.*, 1994a]. Posteriormente, o uso do GQM foi expandido e tem sido adotado para medir e melhorar a qualidade em organizações de desenvolvimento de software.

O GQM é uma abordagem bastante difundida para guiar a escolha das medidas mais adequadas para um processo de medição [Latum *et al.*, 1998]. Sua principal característica é a utilização de uma abordagem que guia a execução da definição das metas para as métricas (*top-down*) e das métricas para as metas (*bottom-up*) para a análise e interpretação dos dados coletados [Latum *et al.*, 1998], conforme mostrado na Figura 7 a seguir.

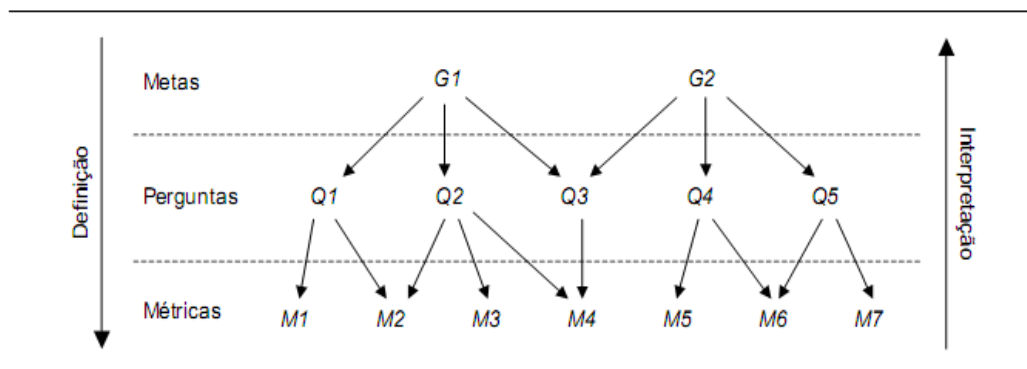


Figura 7 – Abordagens do Modelo GQM. Adaptado de Basili [Basili *et al.*, 1994a].

O GQM enuncia que o processo de mensuração não deve ser guiado pelas métricas em si, mas pelos objetivos que se pretende atingir com sua coleta [Basili *et al.*, 1994a]. Neste sentido, as medições só devem ser realizadas se estiverem fundamentadas por metas claramente definidas. Assim, o ponto de partida para a escolha das medidas é a definição das metas que irão guiar a execução do processo.

Neste sentido, a abordagem GQM define um modelo de medição em três níveis, conforme representado na Figura 7 [Basili *et al.*, 1994a]:

- Nível Conceitual (Objetivo): traçar os objetivos de melhoria para os projetos de software da organização; pode-se usar o seguinte modelo de estudo (
- Tabela 2):

Tabela 2 – Modelo de Estudo do Nível Conceitual.

Dimensão	Definição	Exemplo
Objeto de Estudo	O que será analisado?	Processo de desenvolvimento, teste, documento de projeto, sistema de software.
Objetivo	Porque o objeto de estudo será analisado?	Caracterização, avaliação, predição, monitoramento, controle, modificação.
Enfoque de Qualidade	Qual atributo do objeto será analisado?	Confiabilidade, custos, correção, remoção dos defeitos, modificações, manutenibilidade.
Ponto de Vista	Quem serão os usuários dos dados coletados?	Gerente do projeto, desenvolvedor, equipe de garantia da qualidade, usuário, gerente.
Contexto	Em qual ambiente está localizado o projeto?	Projeto A, departamento X.

- Nível Operacional (Pergunta): determinar um conjunto de perguntas que, quando respondidas, fornecerão a informação necessária para verificar se o objetivo foi ou não alcançado;
- Nível Quantitativo (Métrica): selecionar um conjunto de medidas que devem ser coletadas e analisadas para fornecer uma resposta quantitativa às questões.

O processo para definição dos objetivos e posteriores refinamentos em questões mensuráveis pode ser complexo e normalmente exige experiência [Basili, 1992]. Um exemplo de aplicação de GQM pode ser visualizado através da Figura 8, seguindo a abordagem *top-down*, onde o objetivo é derivado em perguntas que por sua vez são derivadas em métricas.

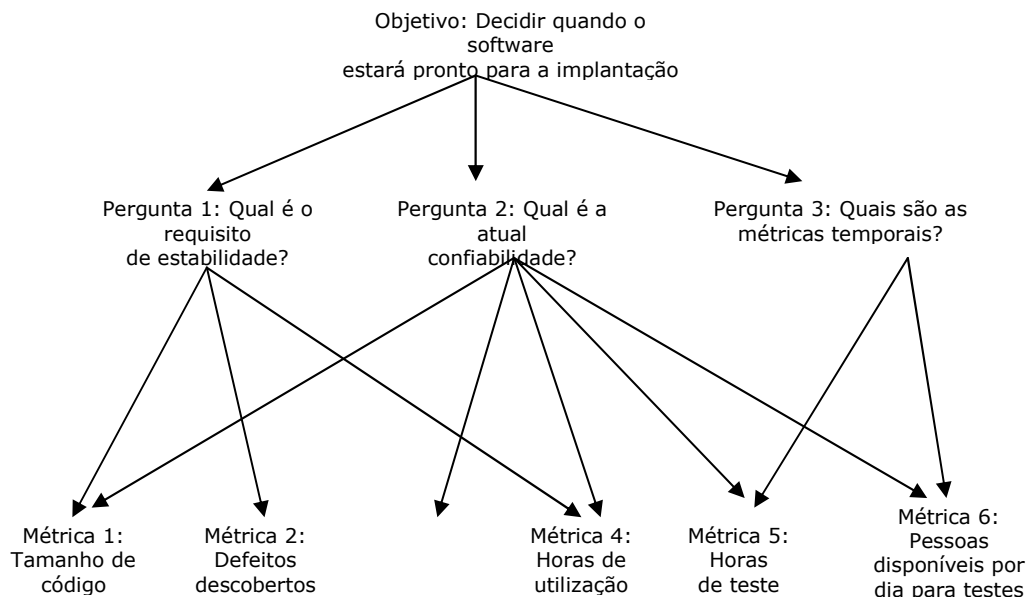


Figura 8 – Exemplo de Aplicação Prática do GQM.

Com o objetivo de auxiliar e tornar a aplicação do GQM menos complexa, Solingen e Berghout [Solingen & Berghout, 1999], definem que a aplicação do GQM deve conter as seguintes fases (Figura 9):

- Planejamento: nesta fase são realizadas atividades como: relacionar a equipe que participará do GQM, selecionar a área que se deseja melhorar, apontar os projetos que farão parte da aplicação do método e treinar da equipe nos conceitos necessários para a aplicação do GQM;
- Definição: nesta fase são definidos os objetivos do GQM, produzidos ou adaptados modelos de software, definidas as questões a serem respondidas,

definidas e refinadas as métricas, além de promover a revisão dos planos do GQM;

- Coleta de Dados: nesta fase os dados são coletados, com base nas métricas definidas;
- Interpretação: os dados coletados anteriormente são absorvidos e conclusões acerca dos mesmos são extraídas pela equipe de GQM. Com base neles, as questões definidas podem ser respondidas.

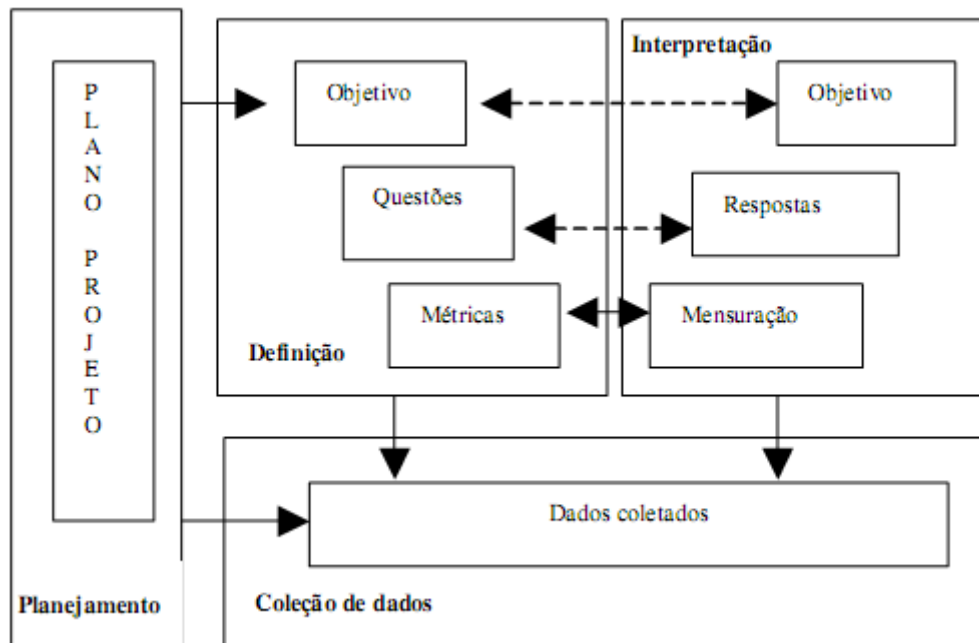


Figura 9 – Fases da Abordagem GQM. Adaptado de Soligen e Berghout [Soligen & Berghout, 1999].

Dentre as vantagens da abordagem GQM, podem ser citadas [Wangenheim *et al.*, 1996]:

- Suporte à definição operacional dos objetivos;
- Identificação de métricas úteis e relevantes,
- Suporte à análise e à interpretação dos dados coletados;
- Avaliação da validade dos modelos obtidos e conclusões, a partir da documentação explícita do refinamento que é feito até se chegar a cada métrica;
- Redução da resistência das pessoas contra as atividades de medição.

O GQM é uma abordagem para definição de um mecanismo de mensuração altamente adotado em organizações de software. Entretanto, alguns problemas e dificuldades com o método têm sido reportados [Lavazza & Barresi, 2005]:

- Não existe um suporte específico para coleta e armazenamento das medidas estudadas;
- O método não é repetível, ou seja, dois grupos que coletam dados baseado nos mesmos objetivos podem chegar a resultados, medidas, questões e conclusões diferentes;
- Apresenta dificuldade em saber quando o plano de mensuração está completo, ou seja, quando parar de elaborar questões e partir para a definição das medidas necessárias;
- Algumas das questões que resultam da aplicação do método GQM não podem ser respondidas, por causa do método que não fornece medidas necessárias;
- Existe uma lacuna conceitual entre a definição dos objetivos e a seleção das medidas. Em particular, a abordagem *top-down* deve ser completada por uma abordagem *bottom-up*.

2.3.2. GQIM (*Goal Question Indicator Metric*)

Nesta seção apresentaremos o GQIM (também conhecido como GDSM), uma extensão da abordagem GQM proposta em 1996 pelo SEI (*Software Engineering Institute*), na Universidade de Carnegie Mellon [Park *et al.*, 1996]. O "I" representa o termo “indicadores” e serve para distinguir as duas abordagens, ressaltando a principal diferença entre elas.

O GQIM transforma os princípios do GQM em uma abordagem completa para definição de um programa de medição, detalhando passo a passo uma seqüência de atividades que produz ao final um conjunto de medidas adequado às necessidades da organização [Park *et al.*, 1996].

Assim, a seqüência de passos apresentada descreve como detalhar as metas de negócio da organização (passo 1) até obter as metas específicas de medição (passo 5). A partir daí os princípios do GQM podem ser seguidos do passo 5 ao 10 conforme mostrado na Figura 10.

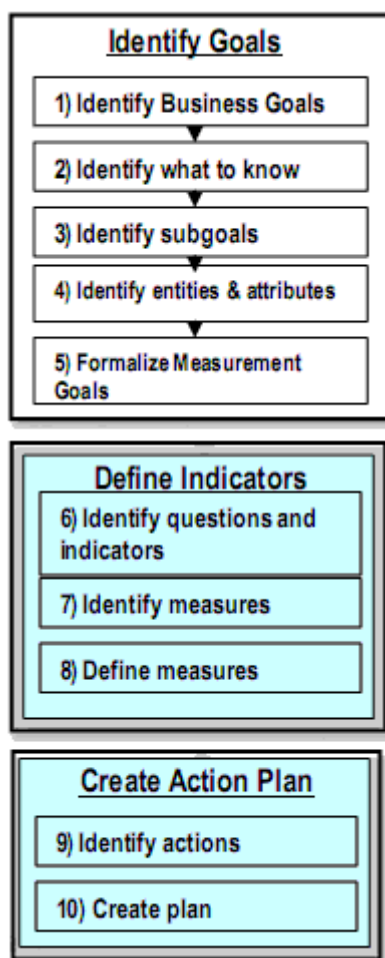


Figura 10 – Passos Propostos pelo GQIM. Adaptado de Park e outros [Park *et al.*, 1996].

A abordagem GQIM foi definida para desdobrar as metas da organização em indicadores e depois em objetivos de medição, que possam ser utilizados pelo método GQM. Desta forma os dez passos propostos pelo GQIM, para a aplicação ou instanciação desta abordagem em uma organização de software, podem ser descritos de maneira ordenada como [Park *et al.*, 1996]:

1. Identificar os objetivos de negócio;
2. Identificar o que deseja saber ou aprender sobre seu negócio ou produto;
3. Identificar seus sub-objetivos;
4. Identificar as entidades e atributos relacionados com seus sub-objetivos;
5. Formalizar seus objetivos com a mensuração;
6. Identificar perguntas e questões quantificáveis e indicadores relacionados que serão utilizados para atingir seus objetivos com a mensuração;
7. Identificar os elementos de dados que vão ser coletados para construir os indicadores;
8. Definir e padronizar as medidas a serem coletadas;

9. Identificar as ações necessárias para implementação do programa de medição;
10. Preparar um plano para a implementação do programa de medição.

A organização hierárquica dos sete primeiros passos pode ser visualizada através da Figura 11 onde são demonstrados os resultados obtidos em cada passo (o número dos passos está indicado entre parênteses), e como esses resultados formam insumos para os passos seguintes.

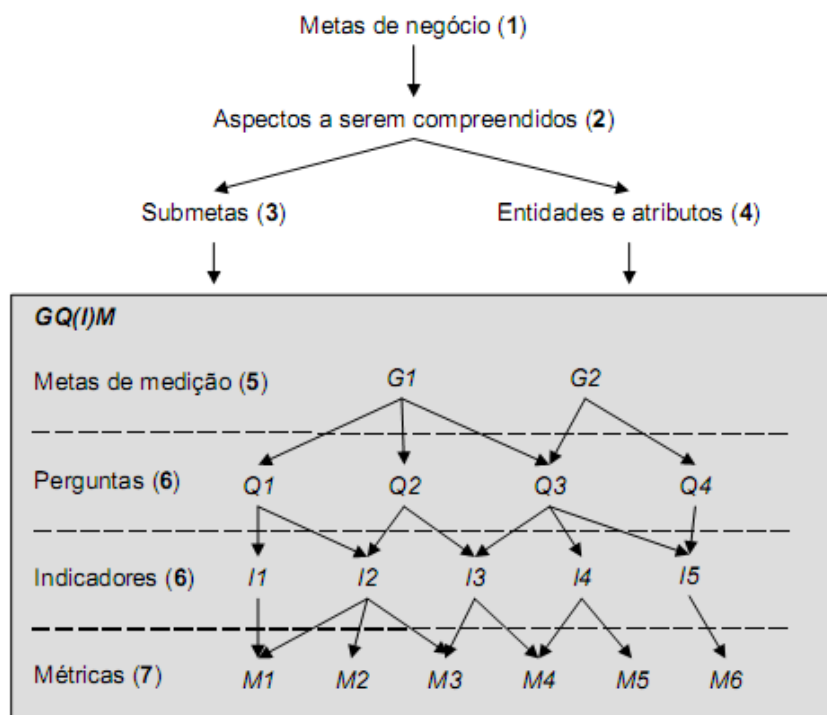


Figura 11 – Agrupamento dos 7 Primeiros Passos do Método GQIM [Borges, 2003].

2.3.3. PSM (*Practical Software Measurement*)

O PSM é um modelo de mensuração de projetos de software criado em 1994 e patrocinado pelo Departamento de Defesa Norte-Americano (DOD) [McGarry *et al.*, 2002]. Sua primeira publicação ocorreu na forma de um manual em 1997, tendo sido formalizado através da norma ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007] e utilizado como base para a elaboração da área de processo “Medição e Análise” do modelo CMMI [McGarry *et al.*, 2002].

O modelo PSM, em linhas gerais, consiste em três atividades básicas: levantar as medidas a serem analisadas, aplicar as medidas e implementar o programa de

medição [McGarry *et al.*, 2002]. O levantamento e aplicação das medidas são fundamentais para o gerenciamento dos projetos [Statz, 1999].

Portanto, o PSM pode ser visto como um modelo para a estruturação da atividade de mensuração em um projeto ou organização de software. Assim, o PSM pode ser descrito como um modelo que procura resolver dois problemas básicos: como especificar as medidas a serem utilizadas e como conduzir o processo de medição. O PSM alcança esses objetivos através de dois modelos [McGarry *et al.*, 2002]:

- Modelo de Informação: um alinhamento direto das atividades de coleta, análise e divulgação de dados medidos com as necessidades de informação dos responsáveis pela tomada de decisões nos projetos;
- Modelo de Processo: a existência de um processo de mensuração bem estruturado e documentado, que defina com precisão as atividades de medição.

O modelo de informação apresentado na Figura 12 define um conjunto consistente de termos e conceitos com o objetivo de dar suporte à descrição dos conceitos e atividades de mensuração e como esses conceitos são combinados formando uma estrutura para a construção das medições.

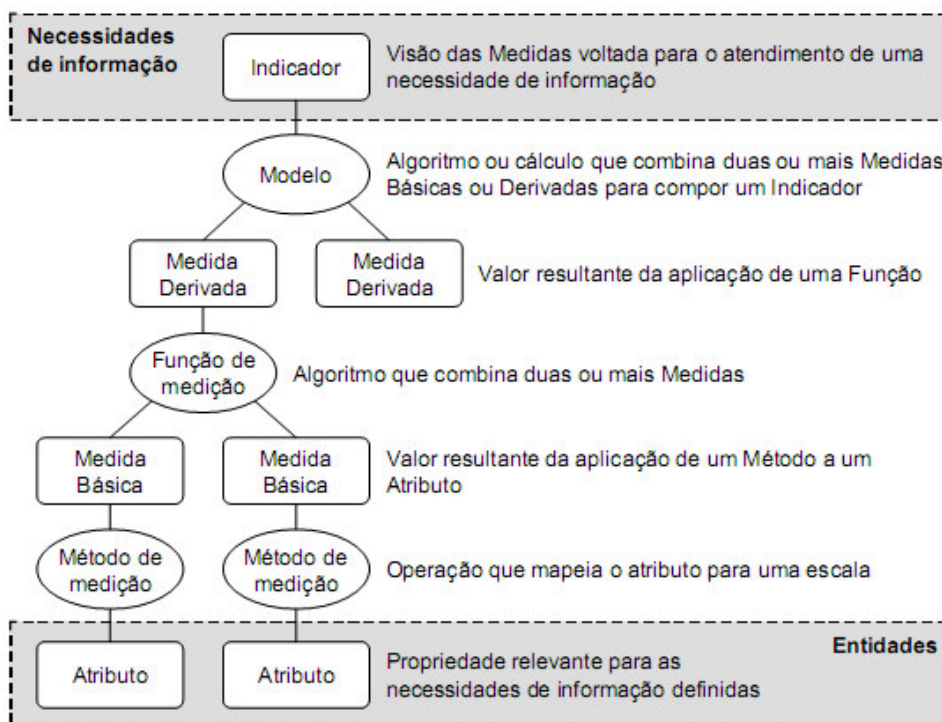


Figura 12 – Modelo de Informação do PSM [Borges, 2003].

O modelo PSM define três níveis de medidas [Card, 2003]:

- Medidas Básicas: quantificação de um atributo simples;
- Medidas Derivadas: combinação de valores das medidas básicas. Normalmente expressadas através de uma função;
- Indicadores: conjunto de medidas básicas e/ou derivadas a fim de suportar as tomadas de decisões.

Enquanto o modelo de informação fornece uma estrutura para relacionar as necessidades de informação a um conjunto de medidas, o modelo de processo apresenta um arcabouço (Figura 13) para a implantação da mensuração em um projeto, descrevendo quatro principais atividades [McGarry *et al.*, 2002]:

- Planejar Medição: envolve a identificação das necessidades de informação de um projeto e a seleção das medidas mais adequadas para atender a essas necessidades;
- Executar Medição: envolve a execução do modelo de informação para produzir dados necessários para suportar as etapas de decisão de uma organização;
- Avaliar Medição: envolve a aplicação de técnicas de medição e análise para avaliar o próprio processo de mensuração;
- Estabelecer e Sustentar Compromisso: assegura que a mensuração é apoiada tanto em nível operacional quanto em nível gerencial.

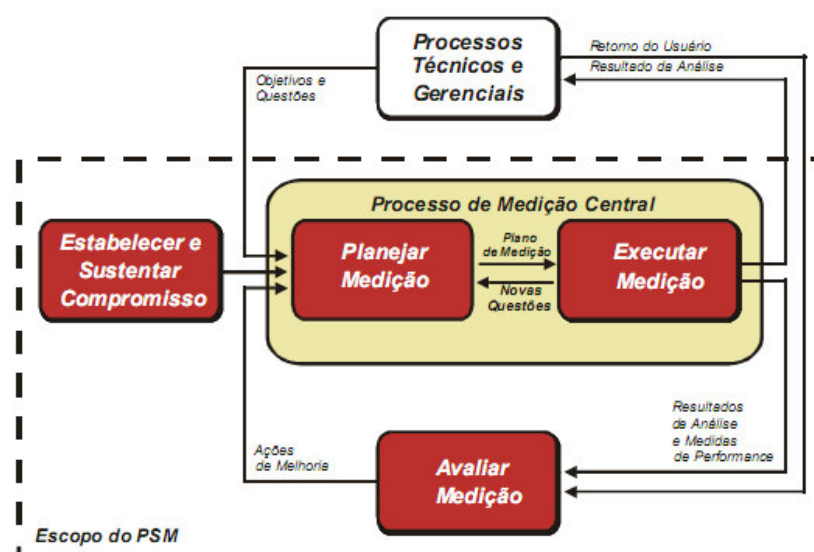


Figura 13 – Modelo de Processo do PSM. Adaptado de Borges [Borges, 2003] e McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

As duas primeiras atividades proposta pelo modelo de processo são consideradas parte central de um processo de medição. Desta forma, o PSM está se tornando largamente aceitado e implantado na indústria de software ao redor do mundo [McGarry *et al.*, 2002].

Todas as macro-atividades e atividades descritas a seguir são baseadas no trabalho de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

A macro-atividade “Planejar Medição” tem por objetivo identificar as necessidades de informação selecionando e identificando as medidas que irão compor um plano de medição alinhado ao contexto de um determinado projeto. A Figura 14 demonstra as atividades que compõem esta macro-atividade.

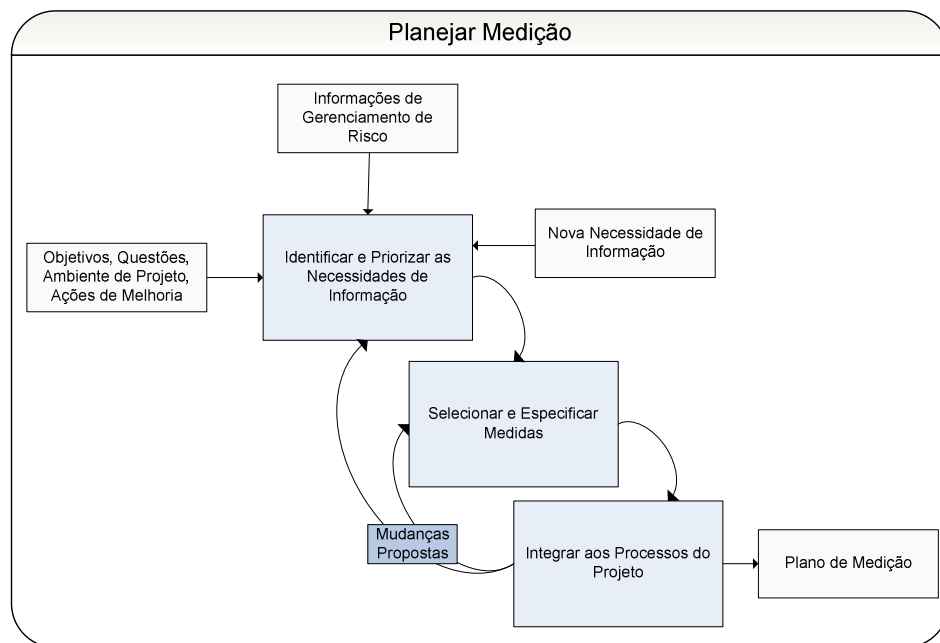


Figura 14 – Fases da Macro-Atividade Planejar Medição. Adaptado de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

As necessidades de informação podem ser descritas como um fim ou requisito para um projeto. Assim na atividade “Identificação e Priorização das Necessidades de Informação” são considerados os seus objetivos, itens críticos, ambientes de execução, ações de melhoria planejadas, mudanças propostas e novas necessidades de informação. O PSM define uma hierarquia para classificação das necessidades de informação em categorias de informação, conceitos mensuráveis e construções mensuráveis (medidas) conforme apresentado na Figura 15.

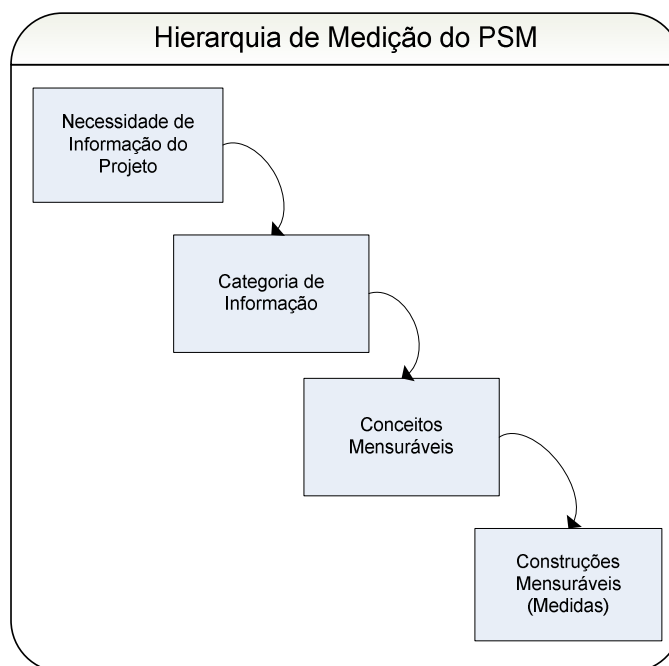


Figura 15 – Hierarquia de Medição do PSM. Adaptado de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

Após a identificação das necessidades de informação, estas são mapeadas para uma respectiva categoria de informação (prazo e progresso, recursos e custos, tamanho e estabilidade do produto, qualidade do produto, desempenho do processo, eficácia de tecnologia e satisfação do cliente). Cada grupo aponta para conceitos mensuráveis que, por sua vez, agrupam um conjunto de construções mensuráveis dentre as quais devem ser selecionadas aquelas a serem utilizadas para responder as necessidades de informação.

Na atividade “Selecionar e Especificar Medidas” as medidas básicas, derivadas e indicadores são selecionados. O PSM recomenda que uma vez que o mapeamento entre as necessidades de informação para a categoria de informação tenha sido realizado, sejam identificados também os conceitos mensuráveis e as construções mensuráveis.

Nas atividades anteriores, a principal tarefa foi descobrir o que a organização deseja medir. Na atividade de “Integrar aos Processos do Projeto” a principal preocupação é identificar oportunidades de medição e desenvolver procedimentos de medição. Estas fases consistem em aproveitar a existência de ferramentas e de atividades de medição bem como definir operações, ferramentas e responsabilidades específicas para as atividades de medição.

Assim, estas fases focam como os dados serão coletados e analisados a fim de satisfazer as necessidades de informação do projeto. Na produção do plano de medição, produto final desta macro-atividade, deverão estar descritos as oportunidades de medição, desenvolvido os procedimentos para coleta e análise dos dados e documentadas as especificações e procedimentos de medição.

Já a macro-atividade “Executar Medição” tem por objetivo fornecer um método sistemático para a conversão de dados em informação utilizável. Estas informação por sua vez, deve ser claramente entendidas e divulgadas para toda organização. A Figura 16 demonstra as atividades que compõem esta macro-atividade.

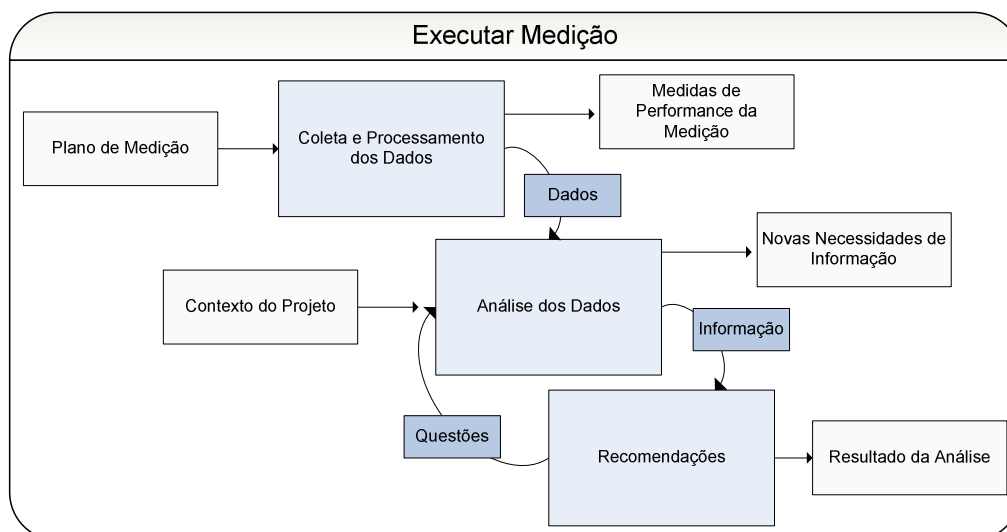


Figura 16 - Fases da Macro-Atividade Executar Medição. Adaptado de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

A atividade “Coleta e Processamento dos Dados” envolve a coleta de dados a partir de fontes especificadas no plano de medição, a respectiva preparação para análise e armazenamento dos dados em local acessível.

Já a atividade “Análise dos Dados”, envolve a transformação das medidas básicas em indicadores e a utilização dos indicadores em decisões de projeto. Os indicadores são gerados, analisados e relatados sistematicamente para:

- Produzir uma avaliação com relação às necessidades de informação conhecidas;
- Identificar novas necessidades de informação (problemas, riscos, falta de informação).

A atividade “Recomendações” produz resultados da análise onde é realizada uma avaliação global do projeto incluindo projeções futuras. Os resultados da medição devem ser claramente entendidos e estar disponíveis para toda a organização.

A medição, quando propriamente implementada, torna-se parte da maneira como uma organização realiza seus negócios. Assim, um programa de medição eficaz é claramente entendido e utilizado por todos os níveis das organizações. A Figura 17 apresenta a seqüência de atividades da macro-atividade “Estabelecer e Sustentar Compromisso” que possuem um papel fundamental na eficácia dos processos de medição.

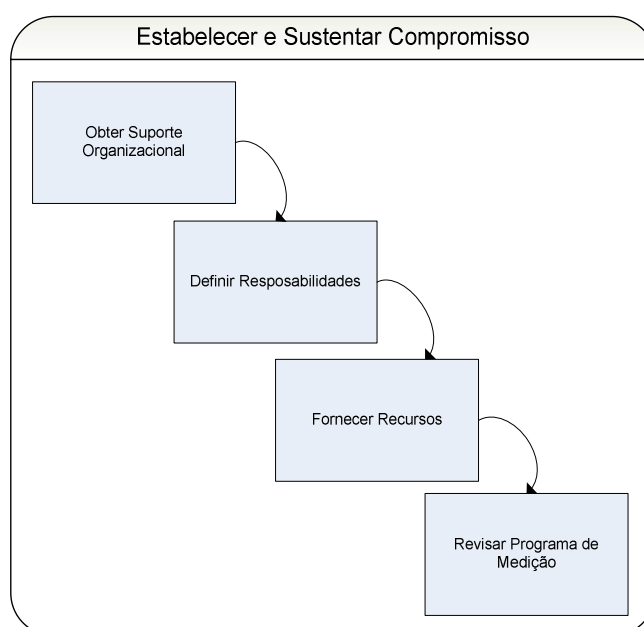


Figura 17 - Fases da Macro-Atividade Estabelecer e Sustentar Compromisso. Adaptado de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

A macro-atividade “Estabelecer e Sustentar Compromisso” inclui atividades comuns a qualquer projeto tais como: obter suporte organizacional, definir responsabilidade, fornecer recursos e revisar o programa de medição implantado.

Por fim, a macro-atividade “Avaliar Medição” possui um nome auto-explicativo, onde todas as medidas e indicadores devem ser adequadamente avaliados. A Figura 18 mostra as atividades que compõem esta macro-atividade.

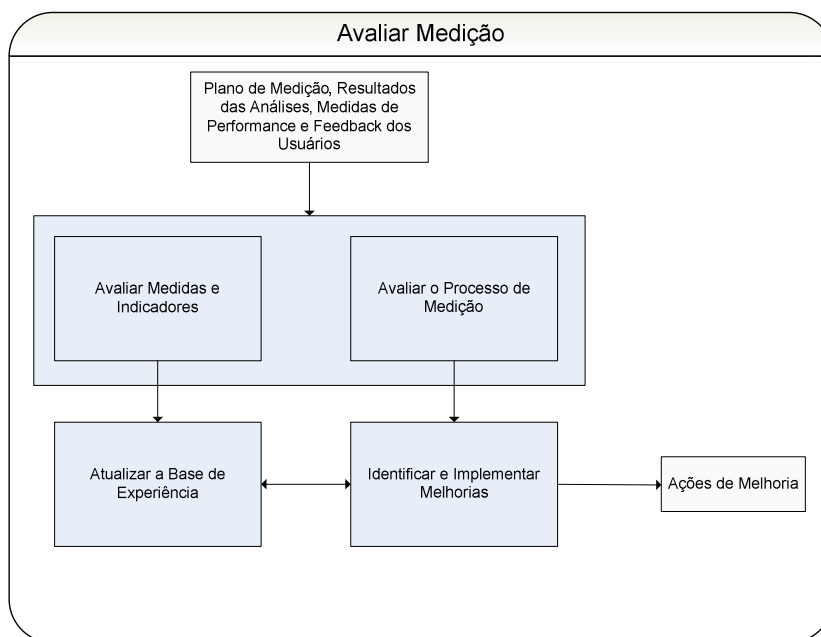


Figura 18 - Fases da Macro-Atividade Avaliar Medição. Adaptado de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

A atividade “Avaliar Medidas e Indicadores” consiste em avaliar as medidas selecionadas para o projeto em critérios pré-definidos como: confiança nos resultados, adequação aos objetivos do projeto, entendimento dos resultados, acurácia e confiabilidade. Já a atividade de “Avaliar o Processo de Medição” deve ser caracterizada sob o enfoque de:

- Desempenho (entradas, saídas e efeitos): quão eficaz e eficiente é o processo de medição?
- Conformidade (processo especificado versus executado): o processo de medição definido está sendo seguido?
- Maturidade (comparação com algum processo semelhante a de outra organização): quão bom é o processo de medição, comparado a um padrão externo?

Já a atividade “Atualizar a Base de Experiência” consiste em armazenar as lições aprendidas em uma base de experiência juntamente com os artefatos e observações dos processos de medição. Artefatos potenciais incluem:

- Planos de medição, políticas e procedimentos;
- Definições de medidas;
- Técnicas de verificação de dados;
- Pesquisas de satisfação dos clientes da medição;
- Relatórios de análise de desempenho da medição;

- Relatórios de auditoria do processo de medição;
- Resultados da avaliação da capacidade do processo de medição.

Por fim, a atividade “Identificar e Implementar Melhorias” objetiva a identificação de alternativas para a melhoria do processo vigente e sua aplicação nos próximos projetos.

2.4. Modelos de Referência para Melhoria de Processo

2.4.1. CMMI

2.4.1.1. Descrição do CMMI

O CMMI é um modelo de referência para avaliação e melhoria dos processos de uma organização, alinhado à norma para avaliação de processos de software, ISO/IEC-15504 [ISO/IEC 15504, 2004].

Criado pelo *Software Engineering Institute* (SEI), o CMMI representa uma evolução e integração de vários modelos pertencentes à antiga família CMM, incluindo Software CMM (SW-CMM), *System Engineering Capability Model* (SE-CMM ou SECM), e *Integrated Product Development Capability Maturity Model* (IPD-CMM) [SEI, 2006].

O CMMI, na sua versão 1.2, possui duas representações para seu conteúdo: representação por níveis ou estágios e representação contínua [SEI, 2006]. A representação por níveis, ou estágios, é baseada na classificação da qualidade em níveis, inicialmente definida por Crosby [Crosby, 1979]. Já utilizada no modelo CMM, a representação por níveis permite que a organização avalie sua maturidade em cinco níveis progressivos [SEI, 2006].

Neste caso, a organização pode caminhar do estado em que seus processos são poucos maduros (nível 2), até o estado em que seus processos se encontram em melhoria contínua (nível 5), como mostra a Figura 19.

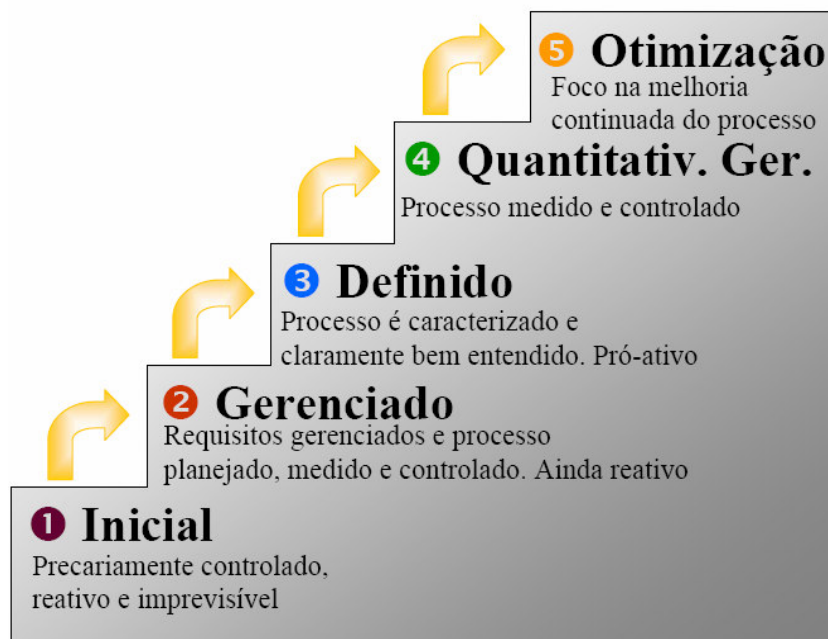


Figura 19 – Modelo CMMI – Representação por Níveis de Maturidade. Adaptado de SEI [SEI, 2006].

Cada um dos níveis de maturidade do modelo define um conjunto de áreas de processo (PA – *Process Area*) [SEI, 2006]. Para que uma organização alcance um conjunto de objetivos específicos e genéricos, considerados importantes para melhoria significativa daquela área, um conjunto de práticas específicas (SP – *Specific Practices*) e práticas genéricas (GP – *Generic Practices*) relacionadas à mesma devem ser executadas [Kulpa & Johnson, 2003]. A Figura 20 mostra o relacionamento entre níveis de maturidade, áreas de processo, objetivos e práticas do modelo CMMI.

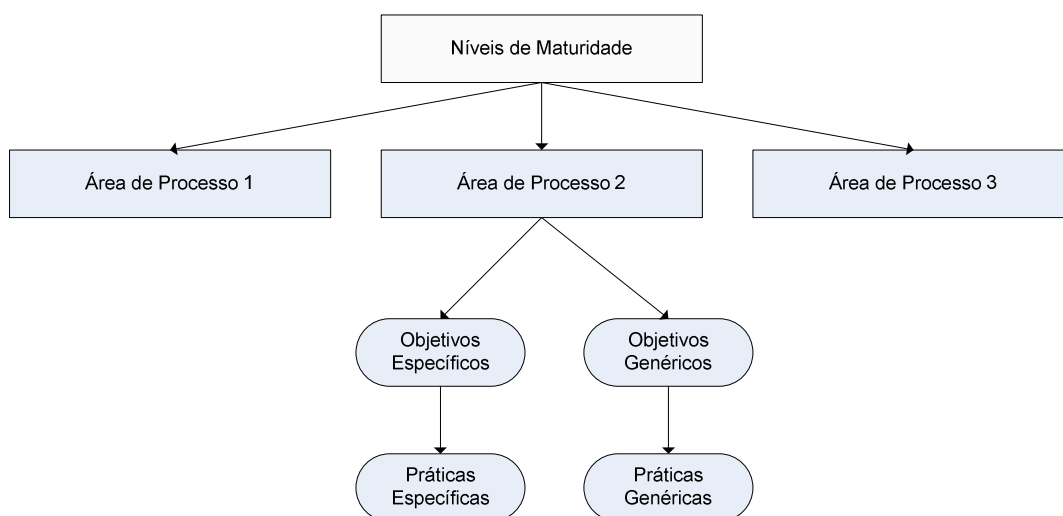


Figura 20 – Modelo CMMI - Relacionamento Entre Áreas de Processo, Objetivos e Práticas. Adaptado de SEI [SEI, 2006].

Na representação por estágios, o atendimento de todas as áreas de processo de um nível certifica a organização naquele nível de maturidade [Kulpa & Johnson, 2003]. Por outro lado, na representação contínua, de forma semelhante à norma ISO/IEC 15504 [ISO/IEC 15504, 2004], são definidos níveis de capacidade ou capacitação (*process capability*) para cada área de processo existente. Neste caso, a organização pode escolher uma ou mais áreas em que a mesma deseja ser avaliada, e obter uma certificação, em um dado nível de capacitação, para as áreas escolhidas.

Desta forma, a versão 1.2 do CMMI [SEI, 2006] está organizada na sua forma em níveis ou estágios conforme a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – Mapeamento entre Nível de Maturidade e Área de Processo do CMMI.

Níveis de Maturidade	Áreas de Processo
1 – Inicial	-
2 – Gerenciado	<ul style="list-style-type: none"> - Gerência de Requisitos (REQM) - Planejamento de Projeto (PP) - Acompanhamento e Controle de Projeto (PMC) - Gerência de Acordos com Fornecedores (SAM) - Garantia da Qualidade do Processo e do Produto (PPQA) - Gerência de Configuração (GM) - Medição e Análise (MA)
3 – Definido	<ul style="list-style-type: none"> - Foco no Processo da Organização (OPF) - Definição do Processo da Organização (OPD) - Treinamento Organizacional (OT) - Gerência Integrada de Projeto (IPM) - Gerência de Risco (RSKM) - Desenvolvimento de Requisitos (RD) - Solução Técnica (TS) - Integração de Produto (PI) - Verificação (VER) - Validação (VAL) - Análise de Decisão e Resolução (DAR)
4 – Quantitativamente Gerenciado	<ul style="list-style-type: none"> - Desempenho do Processo Organizacional (OPP) - Gerência Quantitativa de Projeto (QPM)
5 – Em Otimização	<ul style="list-style-type: none"> - Análise Causal e Resolução (CAR) - Inovação e Melhoria Organizacional (OID)

2.4.1.2. Medição e Análise no CMMI

Uma evidência da conscientização da importância das atividades e práticas de medição é o fato do modelo de referência CMMI ter incluído uma

área específica de medição [Goldenson *et al.*, 2003]. Como descrito no trabalho de Zubrow [Zubrow, 2001], a medição, no CMMI, ganhou destaque tornando-se uma importante área de processo apresentada nos primeiros níveis de maturidade do modelo.

Sendo assim, a área de processo “Medição e Análise” encontra-se no nível 2 de maturidade do CMMI e possui dois objetivos: (i) alinhar e definir as atividades relacionadas à medição, e (ii) fornecer os resultados das medições de forma a satisfazer as necessidades de informação da organização [SEI, 2006].

Para atingir ao primeiro objetivo a equipe responsável pelas medições estabelece os objetivos de medição da organização, e especifica as medidas e os procedimentos de coleta, armazenamento e análise de dados [SEI, 2006]. Para atingir o segundo objetivo deve-se coletar os dados e os resultados das medições, armazená-los, analisá-los e comunicar os resultados aos interessados [Schneider *et al.*, 2004]. A Figura 21 apresenta a área de processo “Medição e Análise” com suas práticas específicas.

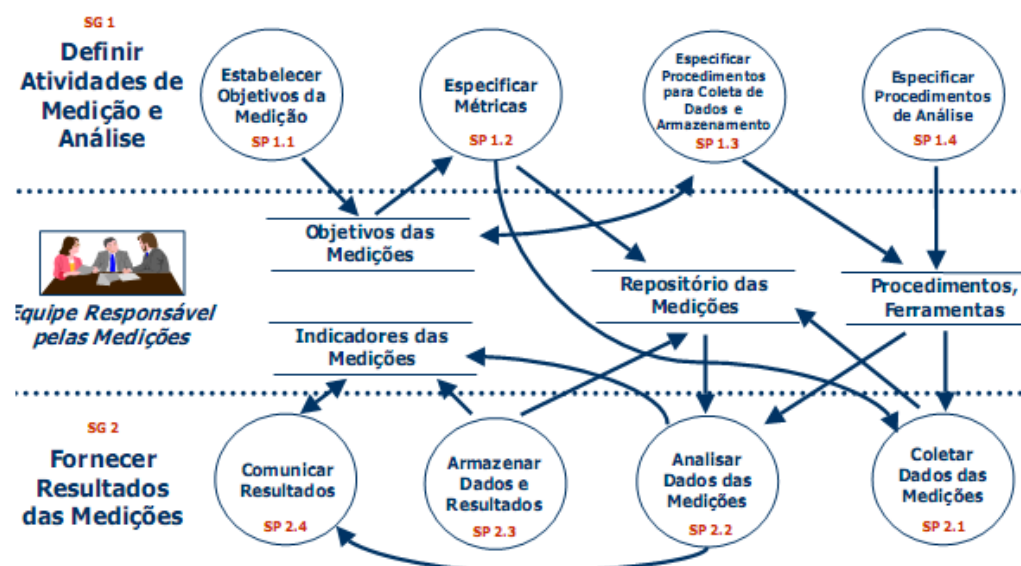


Figura 21 – Área de Processo Medição e Análise no CMMI. Adaptado de Schneider [Schneider *et al.*, 2004].

Conforme dito anteriormente, as áreas de processo são compostas de objetivos específicos e genéricos. Os objetivos específicos compreendem práticas específicas e os objetivos genéricos, características comuns que possuem práticas genéricas.

Assim, a área “Medição e Análise” do CMMI, define as seguintes práticas específicas para atingir os objetivos específicos [SEI, 2006]:

- SG 1 – Alinhar e Definir Atividades de Medição e Análise: os objetivos e atividades de medições são alinhados com as necessidades e objetivos identificados de informação.
 - SP 1.1 – Estabelecer Objetivos da Medição: os objetivos de medições documentam os propósitos para os quais as medições e análises são feitas, e especificam os tipos de ações que podem ser tomadas com base nos resultados das análises dos dados. As fontes para os objetivos de medições podem ser as necessidades de gerenciamento, técnicas do projeto, do produto ou de implementação do processo;
 - SP 1.2 – Especificar Métricas: especificar medidas para tratar os objetivos de medições. Os objetivos de medições são refinados em medidas precisas e quantificáveis. As medidas podem ser “básicas” ou “derivadas”. Os dados para as medidas básicas são obtidos através de medição direta. Os dados para medidas derivadas provêm de outros dados, normalmente através da combinação de duas ou mais medidas básicas;
 - SP 1.3 – Especificar Procedimentos para Coleta de Dados e Armazenamento: especificar como os dados de medições serão obtidos e armazenados. A especificação explícita de métodos de coleta ajuda a assegurar que os dados corretos estão sendo coletados de forma apropriada. Ela também auxilia a esclarecer ainda mais as necessidades de informação e os objetivos das medições. A atenção apropriada aos procedimentos de armazenagem e recuperação ajuda a assegurar que os dados estarão disponíveis e acessíveis para uso futuro;
 - SP 1.4 – Especificar Procedimentos de Análise: especificar como os dados de medições serão analisados e comunicados. Especificar antecipadamente os procedimentos de análise assegura que as análises apropriadas serão executadas e comunicadas para atender aos objetivos documentados das

medições (e, portanto, as necessidades e objetivos de informação nos quais eles foram baseados). Esta abordagem também garante uma conferência se os dados necessários serão de fato coletados.

- SG 2 – Fornecer Resultados das Medições: resultados de medições que tratam as necessidades e objetivos de informação identificados são fornecidos.
 - SP 2.1 – Coletar Dados das Medições: obter os dados de medições especificados. Os dados necessários para a análise são obtidos e conferidos quanto a sua completude e integridade;
 - SP 2.2 – Analisar Dados das Medições: analisar e interpretar os dados de medições. Os dados de medições são analisados conforme planejado, análises adicionais são conduzidas, conforme necessário, os resultados são revisados com as partes interessadas e revisões necessárias para análises futuras são anotadas;
 - SP 2.3 – Armazenar Dados e Resultados: gerenciar e armazenar os dados de medições, especificações de medições e resultados de análises. Armazenar informação relacionada a medições possibilita o uso futuro pontual e eficiente, em termos de custos, dos dados históricos e resultados. A informação também é necessária para fornecer um contexto suficiente para a interpretação dos dados, critérios de medições e resultados das análises;
 - SP 2.4 – Comunicar Resultados: relatar os resultados das atividades de medições e análises para todas as partes interessadas. Os resultados do processo de medições e análises são comunicadas às partes interessadas, de uma maneira pontual e fácil de utilizar, para suportar a tomada de decisões e auxiliar na tomada das ações corretivas. As partes interessadas incluem os usuários pretendidos, patrocinadores e analistas e fornecedores de dados;

2.4.2. MPS.BR

2.4.2.1. Descrição do MPS.BR

O MPS.BR é um programa para Melhoria de Processo do Software Brasileiro, que vem sendo desenvolvido e melhorado desde 2003 coordenado pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), contando com apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) [Softex, 2007].

Em 2003, dados apresentados pelo MCT demonstravam que apenas 1 empresa no Brasil possuía avaliação CMMI e 26 possuíam avaliação CMM sendo que: 20 no nível 2; 5 no nível 3; 1 no nível 4; e nenhuma no nível 5 [MCT, 2006].

Observando-se estes estudos pode-se concluir que a qualidade do processo de software no Brasil podia ser dividida em dois tipos de empresas. No topo normalmente estavam as empresas exportadoras de software. Na base em geral, encontrava-se a grande massa de micro, pequenas e médias empresas de software brasileiras, com poucos recursos e que necessitavam obter melhorias significativas nos seus processos de software [Softex, 2007].

Sendo assim, o ponto de partida para definição do MPS.BR foi a análise da realidade das empresas brasileiras, a norma ISO/IEC 12207 [ISO/IEC 12207, 2002], a série de normas ISO/IEC 15504 [ISO/IEC 15504, 2004] e o modelo CMMI.

A Figura 22 ilustra o modelo de referência MPS.BR atual (versão 1.2), dividido em três grandes componentes: Modelo de Referência (MR-MPS), Método de Avaliação (MA-MPS) e Modelo de Negócio (MN-MPS). Cada componente é descrito por meio de guias e/ou de documentos.

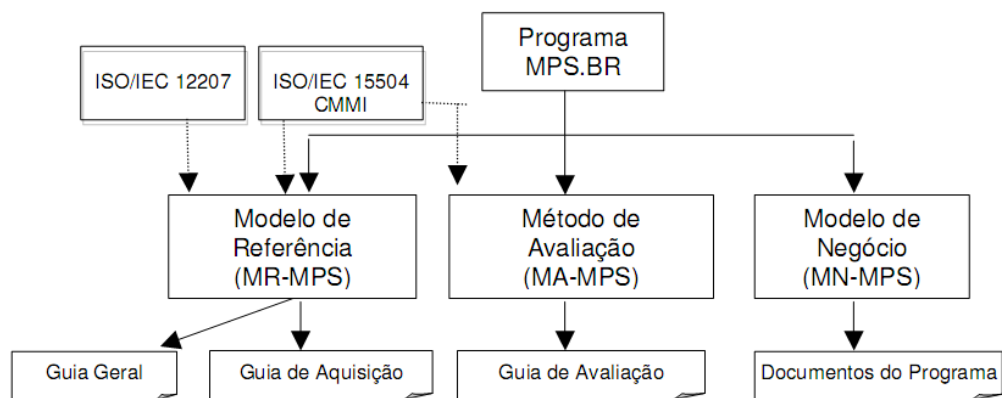


Figura 22 – Componentes do MPS.BR [Softex, 2007].

O Modelo de Referência MR-MPS define níveis de maturidade que são uma combinação entre processos e sua capacidade (propósitos e resultados), baseados nos níveis do CMMI e no SPICE conforme a estrutura apresentada na Figura 23.



Figura 23 – Relação entre Processo e Capacidade nos Níveis de Maturidade do MPS.BR. Adaptado de Softex [Softex, 2007].

Os níveis de maturidade estabelecem patamares de evolução de processos, caracterizando estágios de melhoria da implementação de processos na organização. O nível de maturidade em que se encontra uma organização permite prever seu desempenho futuro ao executar um ou mais processos [Softex, 2007].

O MR-MPS define sete níveis de maturidade: A (Em Otimização), B (Gerenciado Quantitativamente), C (Definido), D (Largamente Definido), E (Parcialmente Definido), F (Gerenciado) e G (Parcialmente Gerenciado) [Ferreira *et al.*, 2007]. A escala de maturidade se inicia no nível G e progride até o nível A.

Desta forma, a versão 1.2 do MPS.BR [Softex, 2007] está organizada conforme mostrado na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Mapeamento entre Nível de Maturidade e Área de Processo do MPS.BR.

Níveis de Maturidade	Capacidade de Processo
G – Parcialmente Gerenciado	- Gerência do Projeto (GPR) - Gerência de Requisitos (GRE)
F - Gerenciado	- Aquisição (AQU) - Gerência de Configuração (GCO) - Garantia da Qualidade (GQA) - Medição (MED)
E – Parcialmente Definido	- Adaptação do Processo para Gerência do Projeto (APG) - Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP) - Definição do Processo Organizacional (DFP) - Treinamento (TRE)
D – Largamente Definido	- Desenvolvimento de Requisitos (DRE) - Integração do Produto (ITP) - Solução Técnica (STE) - Validação (VAL) - Verificação (VER)
C – Definido	- Análise de Decisão e Resolução (ADR) - Gerência de Riscos (GRI)
B – Gerenciado Quantitativamente	- Desempenho do Processo Organizacional (DEP) - Gerência Quantitativa do Projeto (GQP)
A – Em Otimização	- Implantação de Inovações na Organização (IIO) - Análise de Causas e Resolução (ARC)

2.4.2.2. Medição no MPS.BR

No MPS.BR, o processo de Medição é definido no nível F (gerenciado). O processo é referenciado como “MED” e tem como propósito coletar, relatar, e analisar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais [Softex, 2007].

Associado aos propósitos, a

Tabela 5 apresenta os resultados esperados a partir da implementação e do uso do processo de Medição.

Tabela 5 – Relacionamento entre Resultados do Processo de Medição do MPS.BR.

Resultado	Descrição
MED 1	Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais.
MED 2	Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e/ou definido, priorizado, documentado, revisado e atualizado.
MED 3	Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados.
MED 4	Os procedimentos para a análise da medição realizada são especificados.
MED 5	Os dados requeridos são coletados e analisados.
MED 6	Os dados e os resultados de análises são armazenados.
MED 7	A informação produzida é usada para apoiar decisões e para fornecer uma base objetiva para comunicação aos interessados.

2.4.3. ISO/IEC 15939

2.4.3.1. Descrição da ISO/IEC 15939

A ISO/IEC 15939 (Processo de Medição de Software) é uma norma internacional que define um processo de medição para o desenvolvimento de software. Este padrão é descrito em atividades e tarefas necessárias para identificar e melhorar a medição de software em um projeto ou organização [ISO/IEC 15939, 2007].

Além dos termos e definições, com base no vocabulário de termos básicos e gerais da ISO/IEC, a norma traz o processo de medição proposto que é composto de quatro macro-atividades seqüenciadas em um ciclo de vida (Figura 24). Esse processo é uma adaptação do ciclo Plan-Do-Check-Act, utilizado como base na melhoria da qualidade [ISO/IEC 15939, 2007].

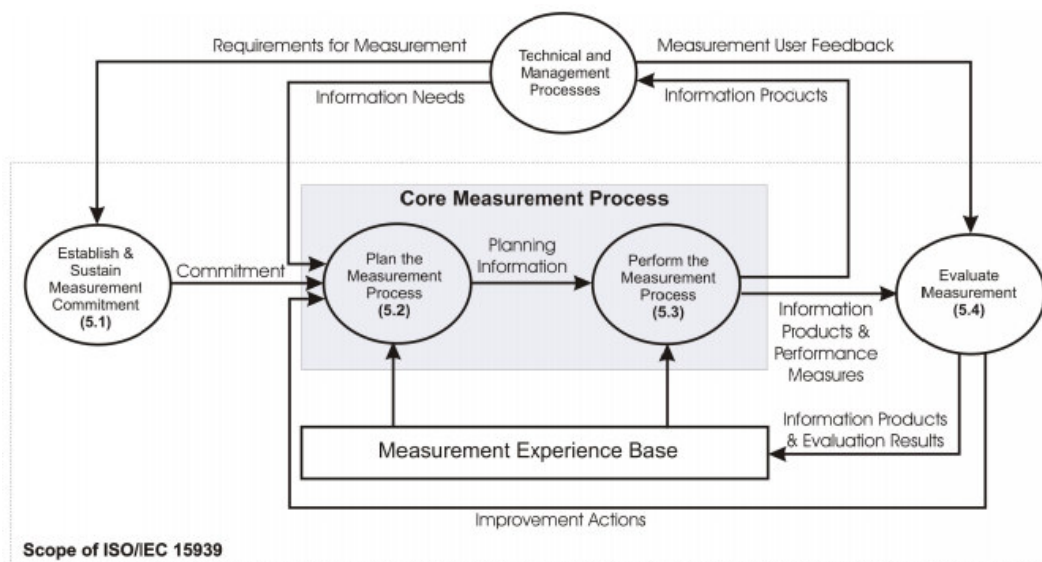


Figura 24 – Modelo de Medição de Software Proposto pela ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007].

Cada macro-atividade consiste em um conjunto de atividades apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Macro-Atividades e Atividades da ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007].

Macro-Atividade	Atividade
Estabelecer e Sustentar Compromisso da Medição	Estabelecer os Requisitos da Medição;
	Determinar os Recursos;
Planejar o Processo de Medição	Caracterizar a Unidade Organizacional;
	Identificar a Informação Necessária;
	Selecionar Medidas;
	Definir Procedimentos de Coleta, Análise e Divulgação dos Resultados;
	Definir Critérios para Avaliar os Produtos de Informação e o Processo de Medição;
	Revisar, Melhorar e Prover Recursos para as Atividades de Medição;
	Adquirir e Implantar Tecnologias de Suporte;
Executar o Processo de Medição	Integrar Procedimentos;
	Coletar Dados;
	Analisar Dados e Desenvolver os Produtos de Informação;
	Comunicar Resultados;
Avaliar Medição	Avaliar os Produtos de Informação e o Processo de Medição;
	Identificar Potenciais Melhorias;

A Figura 25 ilustra que a norma ISO/IEC 15939 foi desenvolvida a partir do PSM e foi utilizada para a definição de outras normas ISO/IEC e como base

para a definição da área de “Medição e Análise” do modelo CMMI [McGarry *et al.*, 2002].

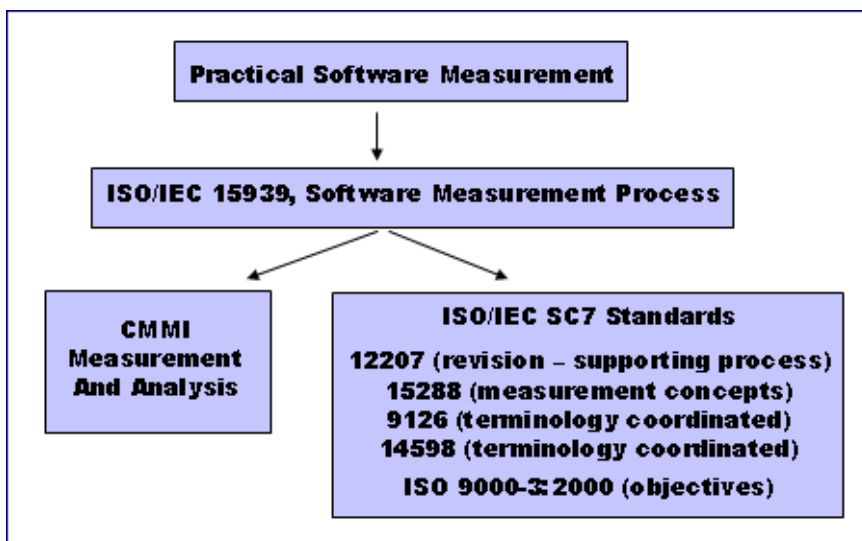


Figura 25 – Derivação da Norma ISO/IEC 15939. Adaptado de McGarry e outros [McGarry *et al.*, 2002].

2.5. MPN (Modelagem de Processo de Negócio)

A modelagem de processos de negócio consiste na definição da arquitetura de negócio através da representação das partes que compõem os processos da organização, como elas são estruturadas, e como interagem para prover as funções oferecidas a seus clientes.

No trabalho de Eriksson e Penker [Eriksson & Penker, 2000] estas partes são compostas por quatro visões de negócio, conforme apresentado na Figura 26.

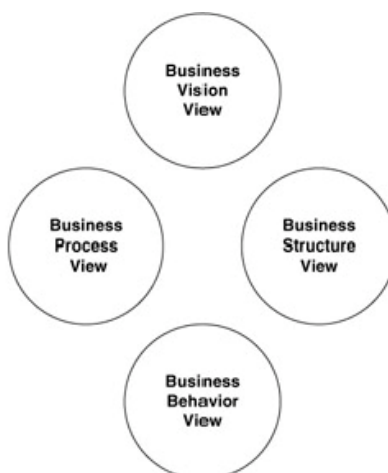


Figura 26 – Arquitetura de Negócio proposta por Eriksson e Penker [Eriksson & Penker, 2000].

A visão de negócio define a estratégia do negócio, ou seja, é a imagem de como a organização está definida. Esta visão define as estratégias globais para o negócio e os objetivos e metas para o negócio. Os principais resultados da visão de negócio são: um diagrama conceitual e um diagrama de metas e problemas.

A visão de processo de negócio está no centro da modelagem de processos de negócio, e conta com:

- Atividades que precisam ser realizadas para atingir as metas;
- Recursos que são consumidos ou modificados durante a execução do processo.

O resultado da visão de processo é a criação de diagramas que descrevem os processos centrais da organização.

A visão de comportamento mostra o comportamento individual dos recursos envolvidos no negócio ou a interação entre os vários processos de negócio. Os principais resultados envolvidos são: diagramas de estado e sequência.

Por fim, a visão de estrutura de negócio mostra a estrutura dos recursos envolvidos nos processos de negócio. O principal resultado é um diagrama de classes.

Estas visões e os modelos de negócio podem trazer vários benefícios no contexto do desenvolvimento de sistemas de software [Eriksson & Penker, 2000]:

- Contribuem para que os requisitos sejam reflitam as necessidades de negócio;
- Evitam a tomada de decisões prematuras;
- Permitem que os sistemas desenvolvidos sejam guiados pelo negócio, e não simplesmente pela tecnologia;
- Permitem um melhor planejamento da integração dos diferentes componentes do sistema;
- Possibilitam o reuso de lógica de negócio nos diferentes produtos.

2.6. Mapeamento entre CMMI, MPS.BR, PSM e ISO/IEC 15939

Os mapeamentos entre os modelos de melhoria de processo, o modelo de medição e a norma internacional envolve as seguintes abordagens: CMMI, MPS.BR, PSM e ISO/IEC 15939. Tem-se o objetivo de investigar similaridades entre estas abordagens em questões relacionadas as atividades de medição (Tabela 7 e Tabela 8). Este mapeamento foi realizado tomando-se como base os modelos de melhoria de processo o modelo de medição, a norma internacional, e o trabalho realizado por Oliveira e outros [Oliveira *et al.*, 2006].

Tabela 7 – Mapeamento Entre Modelos e Norma (Visão SP).

CMMI	MPS.BR	PSM	ISO/IEC 15939
Estabelecer Objetivos da Medição (SP 1.1)	Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais (MED 1)	Identificar e Priorizar Necessidades de Informação	Identificar a Informação Necessária
Especificar Medidas (SP 1.2)	Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e/ou definido, priorizado, documentado, revisado e atualizado (MED 2)	- Identificar e Priorizar Necessidades de Informação - Selecionar e Especificar Medidas	Selecionar Medidas
Especificar Procedimentos de Coleta e Armazenamento dos Dados (SP 1.3)	Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados (MED 3)	Prover Recursos	Definir Procedimentos de Coleta, Análise e Resultado de Dados
Especificar Procedimentos de Análise (SP 1.4)	Os procedimentos para a análise da medição realizada são especificados (MED 4)	Analisar Dados	Definir Critérios para Avaliar os Produtos de Informação e o Processo de Medição
Coletar Dados da Medição (SP 2.1)	Os dados requeridos são coletados e analisados (MED 5)	Coletar e Processar Dados	Coletar Dados
Analisar Dados da Medição (SP 2.2)		Analisar Dados	Analisar Dados e Desenvolver os Produtos de

			Informação
Armazenar Dados e Resultados (SP 2.3)	Os dados e os resultados de análises são armazenados (MED 6)	Coletar e Processar Dados	Coletar Dados
Comunicar Resultados (SP 2.4)	A informação produzida é usada para apoiar decisões e para fornecer uma base objetiva para comunicação aos interessados (MED 7)	Fazer Recomendações	Comunicar Resultados

Tabela 8 – Mapeamento Entre Modelos e Norma (Visão GP).

CMMI	MPS.BR	PSM	ISO/IEC 15939
Estabelecer uma Política Organizacional (GP 2.1)	Existe uma política organizacional estabelecida e mantida para o processo (RAP 2)	Obter Suporte Organizacional	Estabelecer os Requisitos da Medição
Planejar o Processo (GP 2.2)	A execução do processo é planejada (RAP 3)	Integrar o Modelo de Medição aos Processos	- Caracterizar a Unidade Organizacional - Integrar Procedimentos
Prover Recursos (GP 2.3)	Os recursos necessários para a execução do processo são identificados e disponibilizados (RAP 5)	Prover Recursos	- Revisar, Melhorar e Prover Recursos para as Atividades de Medição - Adquirir e Implantar Tecnologias de Suporte
Definir Responsabilidades (GP 2.4)		Definir Responsabilidades na Medição	Determinar Recursos
Treinar Pessoas (GP 2.5)	As pessoas que executam o processo são competentes em termos de formação, treinamento e experiência (RAP 6)	Prover Recursos	Adquirir e Implantar Tecnologias de Suporte
Gerenciar Configuração (GP 2.6)	Requisitos para documentação e controle dos produtos de trabalho são estabelecidos (RAP 10)	Integrar o Modelo de Medição aos Processos	Definir Procedimentos de Coleta, Análise e Resultado de Dados

	Os produtos de trabalho são documentados e colocados em níveis apropriados de controle (RAP 11)		
Identificar e Envolver as Partes Interessadas (GP 2.7)	A comunicação entre as partes interessadas no processo é gerenciada de forma a garantir o seu envolvimento no projeto (RAP 7)	<ul style="list-style-type: none"> - Definir Responsabilidades na Medição - Lições Aprendidas - Rever o Programa de Medição - Prover Recursos - Obter Suporte Organizacional 	<ul style="list-style-type: none"> - Aceitar Requisitos da Medição - Determinar Recursos - Caracterizar a Unidade Organizacional
Monitorar e Controlar o Processo (GP 2.8)	Métodos adequados para monitorar a eficácia e adequação do processo são determinados (RAP 8)	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o Processo de Medição - Avaliar Medidas - Atualizar Base de Experiência - Lições Aprendidas 	Avaliar os Produtos de Informação e o Processo de Medição
Avaliar a Aderência Objetivamente (GP 2.9)	A aderência dos processos executados às descrições de processo, padrões e procedimentos é avaliada objetivamente e são tratadas as não conformidades (RAP 9)	<ul style="list-style-type: none"> - Rever o Programa de Medição - Avaliar Medidas 	
Rever o Status com a Gerência Superior (GP 2.10)	Os produtos de trabalho são avaliados objetivamente com relação aos padrões, procedimentos e requisitos aplicáveis e são tratadas as não conformidades (RAP 12)	Identificar e Implementar Melhorias	Identificar Potenciais Melhorias

Apesar de existirem práticas de medição nos níveis mais altos do CMMI e MPS.BR (nível 4 e 5) e (A) respectivamente, [Oliveira *et al.*, 2006] foram analisados somente características do modelo de referência CMMI nível 2 e MPS.BR F por se encaixarem mais facilmente no contexto das MPEs em relação as atividades de medição.

Do modelo CMMI, foram analisadas as práticas específicas e genéricas da área de processo “Medição e Análise”. A respeito do MPS.BR foram analisados os resultados e atributos de processo da área de Medição.

3. Medições em MPEs

3.1. Dificuldades Encontradas

A área de medição tem provado ser uma necessidade essencial para o controle e qualidade dos projetos de software. Apesar das medições serem aplicadas em várias áreas da ciência, elas têm se mostrado de difícil implementação no domínio de software e especialmente no contexto das MPEs por causa de suas limitações [Wangenheim *et al.*, 2003].

Avaliações realizadas em pequenas e médias organizações da Argentina, Chile e Espanha apresentaram que a área de menor aderência ao modelo CMMI é a relacionada com Medição e Análise [Teodora & Izaskun, 2008]. A Figura 27 ilustra este problema, onde MA possui a menor média (eixo Y) e conseqüentemente a menor aderência dentre todas as outras áreas do CMMI nível 2.

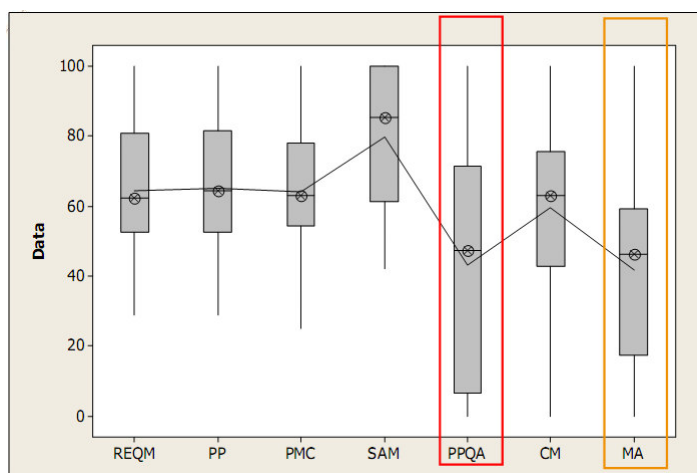


Figura 27 – A área de MA como menor média em relação a aderência. [Teodora & Izaskun, 2008]

O trabalho de [Cukier, 2008] justifica esta falta de aderência apresentando resultados da aplicação de SCAMPI A, B/C em 18 pequenas e médias empresas. A base de uma avaliação SCAMPI está na verificação dos indicadores de implementação de prática, representados por artefatos diretos e indiretos produzidos pela execução do processo, ou por afirmações da organização avaliada, que por sua vez equivalem a artefatos indiretos.

Os resultados apresentados na Tabela 9, demonstram as 10 dez práticas específicas do CMMI mais difíceis de serem implementadas nestas organizações. Dentre as 10 práticas específicas, 3 estão relacionadas diretamente com MA.

Tabela 9 – Os 10 Problemas Recorrentes no CMMI Nível 2 [Cukier, 2008].

Área de Processo	Prática	Descrição
CM	SP 3.2	Executar Auditorias de Configuração
MA	SP 1.4	Especificar Procedimentos de Análises
PMC	SP 1.4	Monitorar Dados Gerenciais
PP	SP 3.3	Obter Acordo dos Planos
PPQA	SP 1.1	Avaliar os Processos Objetivamente
MA	SP 2.2	Analisar Dados
PP	SP 3.1	Rever os Planos que Afetam o Projeto
PP	SP 3.2	Conciliar Trabalho e Recursos
REQM	SP 1.2	Obter Comprometimento com os Requisitos
MA	SP 2.4	Comunicar Resultados

3.2. Trabalhos Relacionados

Apesar das dificuldades discutidas e apresentadas, alguns trabalhos da literatura apresentaram interessantes resultados na aplicação de processos de medição no contexto das MPEs.

No trabalho de Díaz-Ley e outros [Díaz-Ley *et al.*, 2007a] foi apresentada a experiência na definição e implementação de um programa de medição para pequenas e médias empresas de software. O programa proposto (MIS-PyME) [Díaz-Ley *et al.*, 2007b] foi baseado no GQM e possui como principais vantagens a cobertura de características específicas das pequenas e médias empresas de software. Não foram encontrados neste trabalho quais os critérios usados para a validação do programa proposto. Os resultados foram apresentados de forma qualitativa a partir das percepções do implementador do MIS-PyME e de uma compilação de lições aprendidas na aplicação de programas de medição para pequenas e médias empresas de software.

Trabalhos de Anacleto e outros [Anacleto & Wangenheim, 2002] e [Anacleto *et al.*, 2002] discutem a mensuração em MPEs no que se refere à gerência de projetos. Foi desenvolvido um modelo de mensuração baseado na abordagem GQM e realizado um

estudo de caso planejado em três microempresas de software e executados somente em uma. Como estratégia de validação da proposta apresentada, foi realizada uma análise de custo e benefício para aplicar e personalizar programas de mensuração em MPEs e o resultado obtido foi que a execução de mensuração no contexto das MPEs se mostrou de grande eficiência, pois gerou vários benefícios que são do interesse da empresa, com um custo baixo para a mesma. Para execução do modelo proposto foi reportado pelos autores um total de 38 horas.

O trabalho apresentado por Wangenheim e outros [Wangenheim *et al.*, 2003] foca principalmente na estratégia de transformar o GQM em um modelo mais aderente as necessidades das MPEs, focando principalmente no reuso de atividades. A abordagem criada recebeu o nome de GQM *LightWeight*. A abordagem foi aplicada em 5 MPEs (com 2 a 10 empregados) em projetos de sistemas de gerenciamento de informação. Os critérios para verificação da abordagem proposta foram: aplicabilidade, redução de tempo e esforço (por causa do reuso) e habilidade de disseminar os conceitos de medição. O trabalho aqui proposto por esta dissertação diferencia-se do trabalho de Wangenheim e outros [Wangenheim *et al.*, 2003] principalmente por:

- Definir um processo com artefatos, papéis e atividades bem definidas, inclusive com as descrições das atividades baseado principalmente no PSM ao invés do GQM;
- Definir um alinhamento dos objetivos do negócio (da organização) para se estabelecer as medidas através do uso de MPN;
- Possui a FAM, uma ferramenta de apoio para a execução de todo o processo de medição definido;
- Aplicação em uma pequena empresa de software, ao invés de cinco;

No trabalho de Goethert e Fisher [Goethert & Fisher, 2003] e Becker e Bostelman [Becker & Bostelman, 1999] foi feita a ligação entre a missão e as metas estratégicas da organização e as medidas voltadas para aspectos operacionais utilizando o arcabouço do *Balanced Score Card* (BSC) [Kaplan & Norton, 1992] e o GQM. A principal diferença destes com este trabalho relaciona-se com o escopo: Goethert, Fisher, Becker e Bostelman queriam direcionar este mapeamento da organização no seu alto nível e definir as medidas relacionadas enquanto que nossa intenção é utilizar o MPN para direcionar o foco de quais medidas devem ser tratadas no contexto de desenvolvimento de software nas MPEs.

Outras pesquisas concentram-se em apresentar de uma forma geral, que o uso de métricas é de fundamental importância para otimização de esforços e custos para manter a qualidade do produto e a competitividade no mercado.

O trabalho de Garcia e outros [Garcia *et al.*, 2004] apresenta a aplicação da área de Medição e Análise do CMMI no contexto de uma micro e pequena empresa. Não foi identificado se foram utilizadas alguma abordagem ou modelo de mensuração de software. A completude da proposta foi justificada utilizando o SCAMPI A, o método de avaliação do CMMI para certificar que determinada área está implementada e institucionalizada na organização. Algumas lições foram retiradas da aplicação da área de medição podendo destacar que as mudanças em micro e pequenas organizações parecem ser mais rápidas do que em grandes organizações.

O trabalho de Kautz [Kautz, 1999] informa que a chave para o sucesso de programas de medição é fazer com que as métricas sejam significativas e adequadas à organização, mesmo que ela seja pequena. Neste trabalho o autor explica como ele ajudou três pequenas empresas a reduzir o tempo em mudança de requisitos, em corrigir erros e em gerar versões do sistema. Desta forma, concluiu-se que ambos, os desenvolvedores e clientes, apreciaram a melhoria na qualidade do produto.

A proposta apresentada no trabalho de mestrado de Batista [Batista, 2005] foca principalmente em um programa de medição para organizações de alta maturidade. Foi desenvolvido um programa de medição e uma ferramenta (Vigia) de coleta automática, validação dos dados e análise para verificar a métrica de inspeção de software. Esta métrica foi escolhida por ser a prática mais recomendada em organizações de alta maturidade. A aplicação do trabalho foi realizada através de um estudo de caso na empresa Motorola do Brasil e técnicas estatísticas foram empregadas para analisar os dados obtidos pela ferramenta. Foram compilados os principais resultados, contribuições e lições aprendidas.

Com objetivo de melhorar o processo de desenvolvimento de software, o trabalho de Offen e Jeffery [Offen & Jeffery, 1997] apresenta um metamodelo chamado de Modelo- Medida-Gerenciar Paradigma (M³P), que é uma extensão do GQM. O M³P ajuda a combater o problema de alinhamento das medições com os objetivos de

negócio da organização. Esta falta de alinhamento é apresentada como um dos fatores contribuintes para falhas em programas de medição. É apresentado pelo trabalho algumas experiências iniciais com o uso do M³P a partir de vários estudos de caso, discutindo as suas 8 fases de implementação e descrevendo o M³P em conjunto com uma ferramenta de apoio. Este trabalho não direciona para o contexto das MPEs apesar de algumas aplicações serem em MPEs.

O trabalho de Kettelerij [Kettelerij, 2006] apresenta a aplicação do GQM em uma empresa de *outsourcing* chamada Daniro J-Technologies. Foi utilizado o GQM para monitorar a qualidade do código e as finanças da organização. Baseado nos resultados obtidos e na literatura consultada, o autor concluiu que a aplicação do GQM neste setor deveria ser diferente dos métodos descritos na literatura. A conclusão final foi que as medidas não informavam se os objetivos iniciais com a medição foram atingidos, demonstrando uma falta de alinhamento dos objetivos de negócio com a medição. No entanto, a concepção inicial do programa trouxe uma série de benefícios e recomendações para que a Daniro J-Technologies atinja, mais tarde, um nível mais elevado de medição.

As medições também estão presentes nos ambientes de engenharia de software centrados em processos, os chamados PCSEE (*Process Centered Software Engineering Environments*). Trabalhos como os de Júnior e Nunes [Júnior & Nunes, 2007] e Schnaider e outros [Schnaider *et al.*, 2004] tratam o programa de medição sendo executado em um ambiente mais robusto de engenharia de software com várias ferramentas para execução de um processo de desenvolvimento de software.

Além da definição e aplicação de um processo de medição, outro fator importante são as ferramentas. As ferramentas ajudam a reduzir os erros no planejamento e coleta de dados e oferecem mais confiabilidade e integridade dos dados medidos [Daskalantonakis, 1992], [Hall & Fenton, 1997] e [Pfleeger, 1993].

Os trabalhos de [Lavaeza, 2000] e [Scotto *et al.*, 2004] apresentam uma ferramenta para automatização de coleta de métricas. O trabalho de Lavaeza [Lavaeza, 2000] baseia-se no método GQM para prover esta automatização. As automatizações compreendem as fases de definição, coleta, análise e *feedback* das métricas. Entretanto,

esta ferramenta não é simples de ser utilizada pelas MPEs devido ao processo GQM ser de difícil aplicação neste contexto [Wangenheim *et al.*, 2003].

Sendo assim, estes trabalhos não fornecem uma sistemática de aplicação de processos com artefatos, papéis, entradas e saídas bem definidas nem tão pouco fornecem uma ferramenta específica para aplicação de um processo de medição voltado para o contexto e realidade das MPEs.

4. Processo de Medição para MPEs

4.1. Definição do PROMPES

Para a definição do Processo de Medição para micro e Pequenas Empresas de Software (PROMPES), foram observados, principalmente, alguns pontos referentes às características principais das MPEs. Estas características foram observadas para favorecer tanto a definição como a implantação do PROMPES.

O PROMPES é voltado para MPEs e além de observar modelos tais como CMMI e MPS.BR, PSM e a norma ISO/IEC 15939 observa os aspectos específicos das micro e pequenas organizações de desenvolvimento de software. Estes aspectos podem ser visualizados através da Tabela 10.

Tabela 10 – Características das MPEs e Requisitos da PROMPES [Revankar *et al.*, 2005], [Teodora & Izaskun, 2008], [Herndon & Salars, 2005] e [SEBRAE, 2004].

Restrições das MPEs	Requisitos do PROMPES	Benefícios
Limitação de Pessoas	Fácil de Entender e Gerenciar	- Prevenção à não identificação e grande quantidade de papéis para a definição e execução da medição.
Limitação de Orçamento	Baixo Custo Associado na Definição e Aplicação	- Prevenção de contratação de pessoas com experiência em medições.
Limitação de Tempo	Rapidez na Definição e Aplicação	- Prevenção dos usuários gastarem muito tempo na definição do programa de medição.
Baixa Maturidade Organizacional	Fácil na Execução do Programa Proposto	- Prevenção de contratação de pessoas com certa experiência em medições. - Auxílio no contato com processos de melhoria.
Tomada de Decisão Intuitiva	Auxílio na Identificação e Análise de Decisões	- Auxílio na definição do que medir com uma base de medidas candidatas.
Inexistência de Dados Quantitativos	Auxílio na Captura de Dados Quantitativos	- Auxílio na captura de dados quantitativos que reflitam as necessidades da

		organização.
Limitação de Treinamentos	Guiado na Execução da Medição	- Capacitação para os usuários aprenderem sobre medição.
Falta de Planejamento Estratégico, Visão e Missão	Suporte na Definição da Visão de Negócio da Organização	- Auxílio na definição do que deve ser coletado. - Definição de um modelo de projeção futura para a organização.

4.2. Detalhamento do PROMPES

4.2.1. Visão Geral

A especificação Software Process Engineering Meta-Model (SPEM) patrocinada pelo OMG [OMG, 2008] descreve um metamodelo para processos de software. A fundação Eclipse disponibilizou uma plataforma denominada Eclipse Process Framework (EPF) [EPF, 2008] que obedece ao SPEM. Em função do sucesso das especificações do OMG e das ferramentas proporcionadas pela fundação Eclipse o PROMPES foi modelado no EPF. Não vamos apresentar um tutorial sobre o EPF e consideramos suficientemente intuitivo seu uso para o entendimento das explicações que iremos dar em seguida.

O Eclipse/EPF possibilita a criação de um *website* para ser aplicado e implantado na organização. Desta forma, o processo proposto possui elos de navegação (*links*), boa navegabilidade contendo todo o detalhamento do processo (fluxos do processo, macroatividades, atividades e papéis). Nesse website, o usuário pode navegar utilizando um menu lateral, ou selecionando os elos em cada página.

O fluxo principal do processo proposto é apresentado na Figura 28. Este fluxo compreende as seguintes macro-atividades: (i) Definir Estratégia Organizacional, (ii) Modelar Conceitualmente, (iii) Modelar Metas e Problemas, (iv) Planejar Medição, (v) Executar Medição e (vi) Analisar e Documentar Resultados.

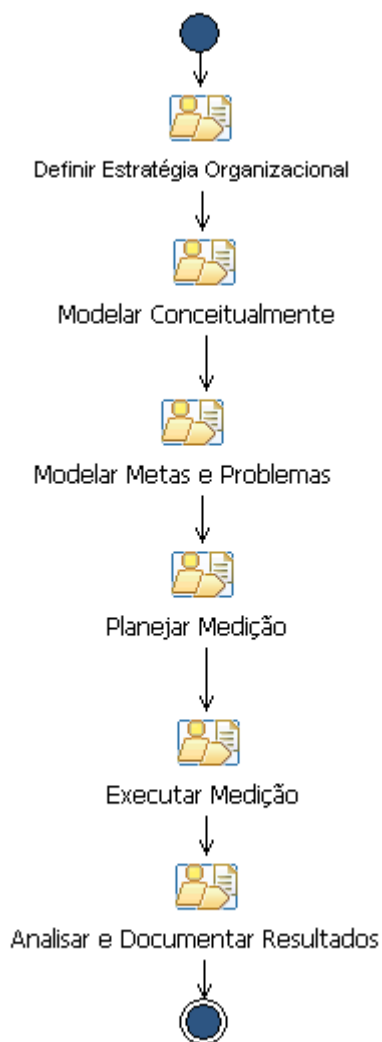


Figura 28 – Fluxo Principal do PROMPES.

As macro-atividades são compostas por atividades, e as atividades do processo são decompostas em etapas. As atividades do processo foram definidas utilizando modelos já mencionados no trabalho.

4.2.2. Macro-atividade: Definir Estratégia Organizacional

A macro-atividade “Definir Estratégia Organizacional” visa estabelecer e definir como a organização pretende ser vista no futuro. Sendo assim, a estratégia organizacional constitui uma visão integrada do comportamento da organização [Eriksson & Penker, 2000].

Desta forma a especificação do PROMPES prescreve práticas que capturam o funcionamento da organização e como deseja ser vista para somente depois estabelecer um processo de medição. As atividades do PROMPES para a

macro-atividade “Definir Estratégia Organizacional” estão ilustradas através da Figura 29.

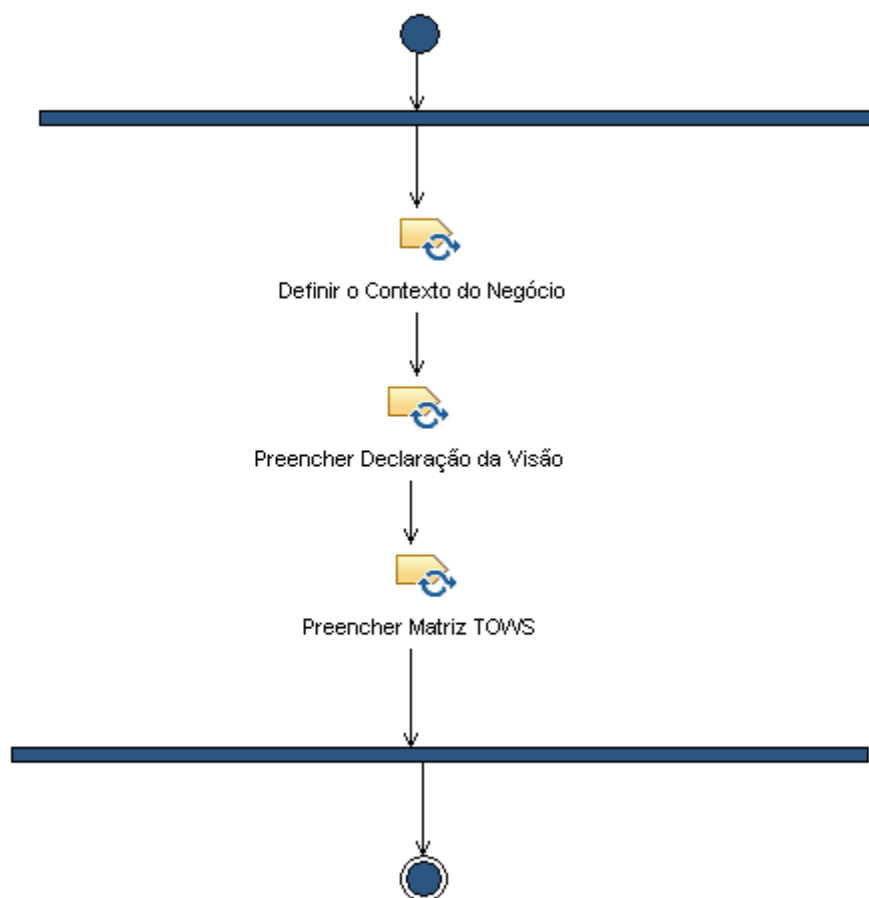


Figura 29 – Macro-Atividade de Definir Estratégia Organizacional.

4.2.2.1. Atividade: Definir o Contexto do Negócio

Nesta atividade, o Gerente de Projeto juntamente com o Gerente Executivo devem caracterizar a organização em seus termos de negócio. É importante entender seus clientes, concorrentes, a percepção pública da empresa, o ambiente de negócio no qual está inserida, tamanho e posição no mercado, a sua lucratividade e crescimento e o nível de serviço executado.

Esta atividade deve ser executada principalmente pelo Gerente de Projeto, e com auxílio do Gerente Executivo.

Descrição: Considerações importantes para a definição das estratégias de negócio. São utilizadas para a construção da matriz TOWS (discutida na

seção 4.2.2.3) e para a Declaração de Visão.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar Clientes; • Identificar Concorrentes; • Definir Tamanho e Posição; • Definir Lucratividade e Crescimento; • Definir Ambiente de Negócio; • Definir Percepção Pública; • Definir Nível de Serviço. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente Executivo

Etapas [Eriksson & Penker, 2000]:

- Identificar Clientes: consiste na resposta das seguintes questões: quem são e quais as características dos clientes do negócio? Como é a interação do cliente com as mudanças no negócio?;
- Identificar Concorrentes: consiste na resposta das seguintes questões: quem são e o que fazem? De que modo estão mudando seus negócios?;
- Definir Tamanho e Posição: consiste na resposta das seguintes questões: como o negócio está posicionado na indústria? É necessário expandir para aumentar a fatia de mercado? Como a indústria está mudando?;
- Definir Lucratividade e Crescimento: consiste na resposta da seguinte questão: como está a lucratividade e o crescimento do negócio comparado a outros negócios no mesmo domínio?;
- Definir Ambiente de Negócio: consiste na resposta da seguinte questão: quais mudanças (especificamente política e tecnológica) estão ocorrendo?;
- Definir Percepção Pública: Consiste na resposta das seguintes questões: Como o público percebe a organização? Em que aspectos é desejável mudar essa percepção? A empresa precisa de uma nova imagem?;
- Definir Nível de Serviço: consiste na resposta das seguintes questões: qual é o nível do serviço ao cliente? O serviço pode ser melhorado ou estendido?.

4.2.2.2. Atividade: Preencher Declaração de Visão

Esta atividade tem como objetivo a identificação da declaração de visão, onde deve ser observada a visão da empresa para a projeção dos seus negócios. Deve ser executada principalmente pelo Gerente de Projeto, e com auxílio do Analista de Medição.

Descrição: Apresenta uma visão estratégica que guia a atuação da empresa em direção a uma situação futura projetada do negócio. A estratégia é elaborada com a ajuda da matriz TOWS e de definição do contexto do negócio.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar Negócio; • Identificar Missão; • Identificar Valores; • Identificar Visão. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Executivo

Etapas [Eriksson & Penker, 2000]:

- Identificar Negócio: consiste na caracterização do negócio da organização. É o entendimento do principal benefício esperado pelo cliente. Orientação específica quanto à atividade desenvolvida: aquilo que é explorado para atender às necessidades do cliente;
- Identificar Missão: consiste na síntese da atuação e objetivos da organização a maneira pela qual ela cuida do seu núcleo de negócios. Objetiva a resposta da seguinte questão: “O que somos?”. Contém o negocio da empresa, as competências básicas da empresa e a forma de atuação do negócio, orientando na construção do planejamento;
- Identificar Valores: consiste na identificação de convicções claras e fundamentais que a empresa defende e adota como guia para a gestão do seu negocio (crença e posturas éticas: certo e errado, bom e ruim, importante e não importante). Objetiva a resposta da seguinte questão: “No que acreditamos?”;

- Identificar Visão: consiste na imagem que se deseja projetar da organização. Deverá refletir um sonho criado e assumido oficialmente pela gestão do empreendimento para direcionar o desenvolvimento a longo prazo do negócio, expressando a situação ideal futura a ser buscada incessantemente pelos gestores, em todas as suas ações. Objetiva a resposta da seguinte questão: “O que queremos ser?”.

4.2.2.3. Atividade: Preencher Matriz TOWS

A matriz TOWS é um sistema simples para verificar a posição estratégica da empresa no seu ambiente de atuação. Esta verificação se divide em ambiente interno (Pontos Fortes e Fracos) e ambiente externo (Oportunidades e Ameaças).

Os pontos fortes e fracos são determinados pela posição atual da empresa e se relacionam, quase sempre, a fatores internos. Já as oportunidades e ameaças são antecipações do futuro e estão relacionadas a fatores externos. Esta atividade deve ser executada principalmente pelo Gerente de Projeto, podendo ser auxiliada pelo Gerente Executivo.

Descrição: A matriz TOWS, do inglês (<i>Threats, Opportunities, Weakness, and Strengths</i>), apresenta em forma tabular o resultado de uma análise da situação interna (pontos fortes e fracos) e externa (oportunidades e ameaças) da organização visando à definição de estratégias de atuação [Eriksson & Penker, 2000].	
Etapas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar Estratégia Global de Negócio; • Identificar Pontos Fortes Internos; • Identificar Pontos Fracos Internos; • Identificar Oportunidades Externas; • Identificar Ameaças Externas. • Estabelecer Estratégias 	
Papel principal:	Papel adicional:
<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Executivo

Etapas [Eriksson & Penker, 2000]:

- Identificar Estratégia Global de Negócio: consiste na identificação da principal estratégia de negócio da organização levando-se em conta seus pontos fortes;
- Identificar Pontos Fortes Internos: consiste na identificação de pontos fortes internos, ou seja, o que a organização tem de melhor a oferecer para o mercado em que atua;
- Identificar Pontos Fracos Internos: consiste na identificação de pontos fracos internos, ou seja, pontos que precisam ser melhorados para continuar sobrevivendo no mercado em que atua;
- Identificar Oportunidades Externas: consiste na identificação de oportunidades externas, ou seja, oportunidades que devem ser observadas para expansão do negócio em que atua;
- Identificar Ameaças Externas: consiste na identificação de ameaças que devem ser monitoradas pois podem prejudicar a atuação no mercado em que a organização atua;
- Estabelecer Estratégias: consiste no estabelecimento de estratégias entre:
 - Pontos Fortes x Oportunidades Externas;
 - Pontos Fortes x Ameaças Externas;
 - Pontos Fracos x Oportunidades Externas;
 - Pontos Fracos x Ameaças Externas.

4.2.3. Macro-atividade: Modelar Conceitualmente

Um modelo conceitual define claramente os conceitos importantes envolvidos e utilizados no negócio. Este modelo estabelece um vocabulário comum entre os envolvidos e demonstra os relacionamentos entre os diferentes conceitos [Eriksson & Penker, 2000].

A atividade do PROMPES para a macro-atividade “Modelar Conceitualmente” está ilustrada através da Figura 30.

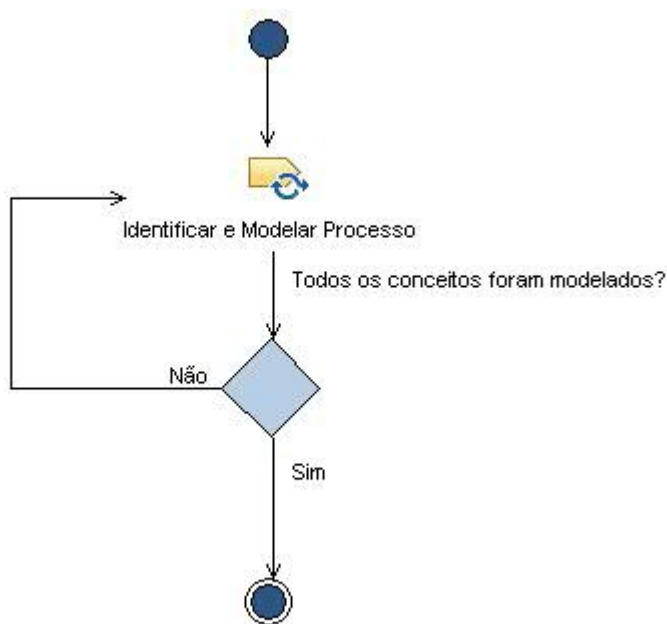


Figura 30 - Macro-Atividade de Modelar Conceitualmente.

4.2.3.1. Atividade Identificar e Modelar Processo

Tipicamente como resultado da matriz TOWS temos pontos fortes internos, pontos fracos internos, oportunidades internas, ameaças externas e estratégias. Todos esses resultados podem ser controlados, basta que sejam priorizados e que sejam originados dos processos da organização.

Um processo é simplesmente um conjunto estruturado de atividades desenhado para produzir um resultado especificado [Pressman, 2006] para um cliente ou mercado particular. Isso implica uma forte ênfase em como o trabalho é feito dentro da organização.

A definição de processos de negócio pode levar a definição de empregos e estruturas, o que leva a sistemas de gerência e de medições, reforçando valores na organização [Eriksson & Penker, 2000].

Sendo assim esta atividade consiste na identificação, priorização e modelagem conceitual do processo da organização que deve ser medido e controlado. Este processo priorizado deve ser originado das estratégias descritas na matriz TOWS para que as medidas definidas estejam alinhadas ao objetivo de negócio

da organização. Deve ser executada principalmente pelo Gerente Executivo juntamente com o Gerente de Projeto e o Analista de Medição.

Descrição: Atividade que consiste na identificação e modelagem dos conceitos envolvidos no processo que deverá ser controlado.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar e Priorizar o que deve ser Controlado; • Modelar Conceitualmente o que deve ser Controlado. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente Executivo 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto • Analista de Medição

Etapas [Eriksson & Penker, 2000]:

- Identificar e Priorizar o que deve ser Controlado: consiste no levantamento e priorização dos processos de negócio da organização;
- Modelar Conceitualmente o que deve ser Controlado: consiste na modelagem conceitual que visa entender melhor os conceitos envolvidos nos processos da organização. Como resultado é gerado um modelo de classes UML adequadamente estereotipadas para melhor visualização dos conceitos envolvidos. O estereótipo consiste em um mecanismo de extensão da UML que permite a classificação de seus elementos originais de outra forma.

4.2.4. Macro-atividade: Modelar Metas e Problemas

Uma vez definido o processo que deve ser controlado, a modelagem de metas e problemas deverá ser realizada para definir as metas e problemas do processo.

Os problemas enfrentados pelos processos para atendimentos das metas devem ser medidos para poder identificar desvios e erros.

A única atividade do PROMPES para a macro-atividade “Modelar Metas e Problemas” está ilustrada na Figura 31.

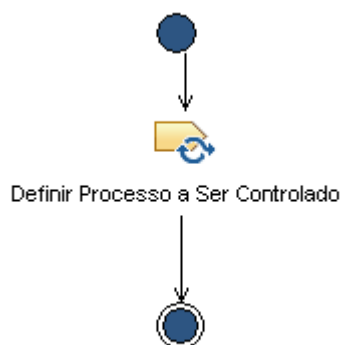


Figura 31 - Macro-Atividade de Modelar Metas e Problemas.

4.2.4.1. Atividade: Definir Processo a Ser Controlado

Uma vez identificado o processo que deverá ser controlado, é preciso defini-lo para entender melhor quais os objetivos da organização em relação ao processo priorizado.

Sendo assim, esta atividade objetiva a identificação de metas para que a mensuração ajude a entender e compreender o processo a ser controlado. Deve ser executada pelo Analista de Medição, e este poderá ser auxiliado pelo do Gerente de Projeto.

Descrição: Consiste na identificação do processo a ser controlado bem como suas metas e seus recursos.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Definir Metas; • Classificar Metas; • Definir Recursos. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [Eriksson & Penker, 2000]:

- Definir Metas: consiste na definição de metas para o processo a ser controlado. Uma meta descreve o estado desejado de um ou mais processos e motivam atividades guiando as mudanças para a direção desejada. Para ter seu progresso rastreável, uma meta deve ser mensurável;

- **Classificar Metas:** consiste na classificação das metas. Existem duas classes pré-definidas de metas: metas quantitativas e metas qualitativas. Uma meta quantitativa pode ser expressa por um valor alvo e uma unidade de medida. Uma meta qualitativa é expressa de maneira mais frouxa;
- **Definir Recursos:** consiste na definição de recursos para o processo a ser controlado. São os elementos consumidos, produzidos, transformados, ou usados pelo processo de negócio. Exemplos: material, energia, produtos, pessoas, informação e serviços. Os recursos podem ser classificados como:
 - Físico;
 - Abstrato;
 - Objeto de Informação;
 - Pessoa.

4.2.5. Macro-atividade: Planejar Medição

Na macro-atividade "Planejar Medição", procura-se conhecer as necessidades da organização, para que o emprego do processo de medição possa apontar problemas relevantes e sugerir soluções adequadas. Além disso, é necessário definir quais problemas serão monitorados através das medidas. As medidas são especificadas através das atividades definidas no processo.

As atividades do PROMPES para a macro-atividade "Planejar Medição" estão ilustradas através da Figura 32.

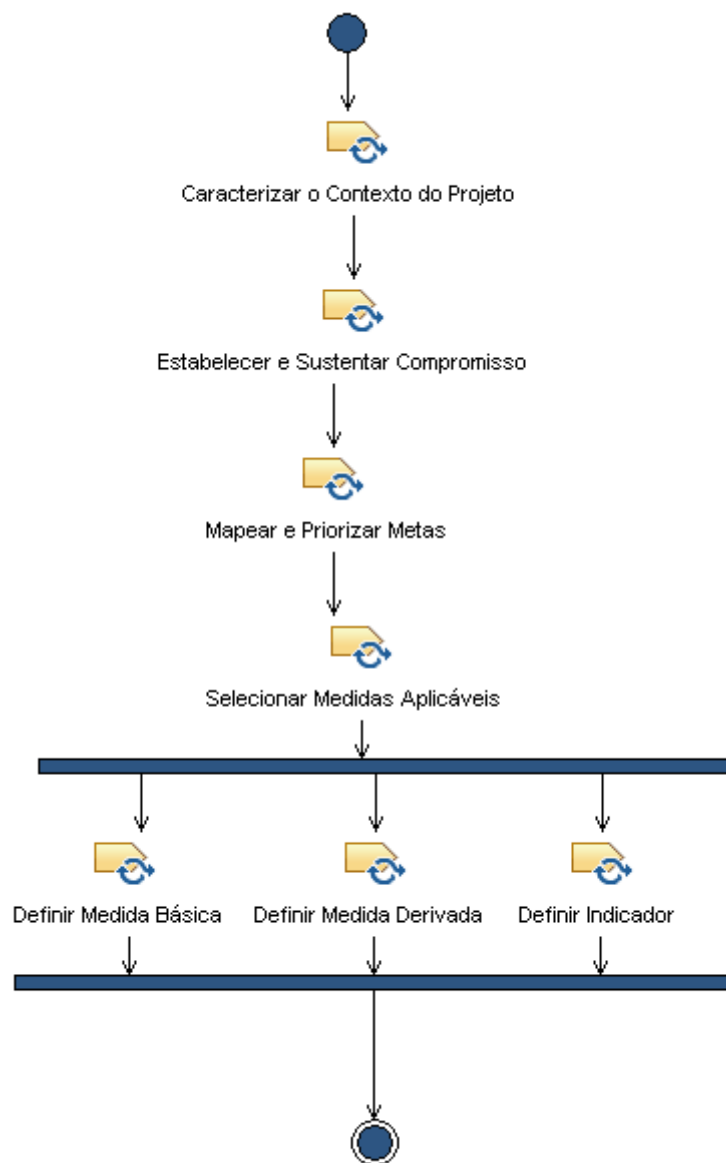


Figura 32 - Macro-Atividade de Planejar Medição.

4.2.5.1. Atividade: Caracterizar o Contexto do Projeto

Esta atividade tem como objetivo preparar a infra-estrutura necessária, dando informação inicial de como será realizada toda a medição. Deve ser realizada pelo Analista de Medição com auxílio do Gerente de Projeto.

Descrição: Documentar a descrição do projeto e como será realizada a coleta e análise dos dados.

Etapas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Definir Descrição do Projeto; • Definir Procedimentos de Coleta e Análise dos Dados. 	
Papel principal:	Papel adicional:
<ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Definir Descrição do Projeto: consiste na definição de aspectos de como o projeto de medição será conduzido, os seus benefícios e as restrições de prazo;
- Definir Procedimentos de Coleta e Análise dos Dados: consiste na documentação de como será realizada a coleta e análise dos dados.

4.2.5.2. Atividade: Estabelecer e Sustentar Compromisso

Esta atividade tem como principal objetivo obter da organização o compromisso em todo o processo de medição. Deve ser executada pelo Gerente de Projeto juntamente com o Analista de Medição.

Descrição: Atividade que visa delimitar e estabelecer o compromisso da organização no processo de medição.	
Etapas:	
<ul style="list-style-type: none"> • Obter Suporte Organizacional; • Definir Responsabilidades na Medição; • Prover Recursos; 	
Papel principal:	Papel adicional:
<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Obter Suporte Organizacional: consiste em assegurar que todos os níveis da organização entendam como os resultados da medição serão utilizados. Mostrar diretamente os impactos culturais da implementação da medição;
- Definir Responsabilidades na Medição: consiste na definição, de forma clara, como os envolvidos na medição irão participar de todo o processo;

- Prover Recursos: definir de forma clara quais recursos serão envolvidos e como serão utilizados. Recursos podem ser treinamentos, pessoas e ferramentas (suporte, configuração, armazenamento).

4.2.5.3. Atividade: Mapear e Priorizar Metas

Esta atividade consiste na priorização e mapeamento das metas em categorias de informação.

As categorias de informação representam conceitos chave que podem ser gerenciados no dia-a-dia da organização.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição com o Gerente de Projeto.

Descrição: Atividade que consiste na identificação, mapeamento e priorização das metas a serem controladas.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Priorizar e Decidir a Meta a Ser Medida; • Mapear a Meta em Categoria de Informação. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Priorizar e Decidir a Meta a Ser Medida: consiste na definição das metas que deverão ser medidas. Existem várias maneiras de estabelecer prioridades. Usando um critério definido ajuda a obter o consenso comum;
- Mapear a Meta em Categoria de Informação: consiste em realizar o mapeamento das metas priorizadas em categorias de informação. As categorias de informação representam conceitos chaves que podem ser gerenciados no dia-a-dia da organização. A classificação das metas em categorias de informação ajuda na seleção de medidas apropriadas no projeto. Existem sete categorias de informação:
 - Cronograma e Progresso;
 - Recursos e Custo;

- Tamanho e Estabilidade do Produto;
- Qualidade do Produto;
- Performance do Processo;
- Eficácia da Tecnologia;
- Satisfação do Cliente.

4.2.5.4. Atividade: Selecionar Medidas Aplicáveis

Esta atividade objetiva no mapeamento das categorias de informação em conceitos que são mensuráveis e assim selecionar as medidas aplicáveis.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição com o Gerente de Projeto.

Descrição: Atividade que consiste no mapeamento das categorias de informação em conceitos mensuráveis.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar Conceitos Mensuráveis; • Selecionar Medidas Aplicáveis; 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Selecionar Conceitos Mensuráveis: consiste na definição dos conceitos mensuráveis que é uma idéia sobre como uma meta pode ser satisfeita;
- Selecionar Medidas Aplicáveis: consiste em selecionar medidas aplicáveis, que são medidas candidatas que serão usadas para medir a meta priorizada.

4.2.5.5. Atividade: Definir Medida Básica

Esta atividade consiste na especificação de uma medida, ou seja, de um atributo simples que deve ser descrito para formar um indicador.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição com o Gerente de Projeto.

Descrição: Atividade para especificação da quantificação de um atributo simples.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Especificar Identificação; • Especificar Caracterização; • Especificar Registro e Coleta; 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Especificar Identificação: consiste na definição de atributos que fazem parte da identificação da medida básica. Atributos como nome, descrição, categoria de informação e conceito mensurável devem ser definidos.
- Especificar Caracterização: consiste na definição de atributos que fazem parte da caracterização da medida básica. Atributos como entidade medida (meta medida), procedimento de medição, tipo de método (processo medido), atributo medido (meta medida) escala, unidade, tipo de escala (nominal, ordinal ou intervalo) devem ser definidos.
- Especificar Registro e Coleta: consiste na definição de atributos que fazem parte do registro e coleta da medida básica. Atributos como periodicidade do registro, responsável pelo registro, momento do registro, periodicidade da coleta, responsável pela coleta, momento da coleta, ferramentas utilizadas, meio de armazenamento e critérios de validação devem ser definidos.

4.2.5.6. Atividade: Definir Medida Derivada

Esta atividade consiste na associação de medidas básicas em medidas derivadas. É uma combinação de valores das medidas básicas. Normalmente expressadas através de uma função.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição com o Gerente de Projeto.

Descrição: Atividade que consiste na associação de medidas básicas em medidas derivadas, caso seja necessário.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Especificar Identificação; • Especificar Caracterização; • Especificar Geração; 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Especificar Identificação: consiste na definição de atributos que fazem parte da identificação da medida derivada. Atributos como nome, descrição, categoria de informação e conceito mensurável devem ser definidos.
- Especificar Caracterização: consiste na definição de atributos que fazem parte da caracterização da medida derivada. Atributos como medidas básicas relacionadas, função de medição (fórmula), escala, unidade, tipo de escala (nominal, ordinal ou intervalo) devem ser definidos.
- Especificar Geração: consiste na definição de atributos que fazem parte da geração da medida derivada. Atributos como periodicidade, responsável, momento da geração, ferramentas utilizadas, meio de armazenamento e critérios de validação devem ser definidos.

4.2.5.7. Atividade: Definir Indicador

Esta atividade consiste na associação de medidas básicas em medidas derivadas. É uma combinação de valores das medidas básicas e derivadas, expressadas através de uma função.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição com o Gerente de Projeto.

Descrição: Atividade que consiste na agregação de medidas básica e/ou derivadas a fim de suportar as tomadas de decisões.
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Especificar Identificação;

<ul style="list-style-type: none"> • Especificar Caracterização; • Especificar Geração; • Especificar Análise; • Especificar Distribuição; 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Especificar Identificação: consiste na definição de atributos que fazem parte da identificação do indicador. Atributos como nome, descrição, categoria de informação e conceito mensurável devem ser definidos.
- Especificar Caracterização: consiste na definição de atributos que fazem parte da caracterização do indicador. Atributo como medidas básicas e derivadas relacionadas (fórmula) deve ser definido.
- Especificar Geração: consiste na definição de atributos que fazem parte da geração do indicador. Atributos como periodicidade, responsável, momento da geração, ferramentas e meio de armazenamento devem ser definidos.
- Especificar Análise: consiste na definição de atributos que fazem parte da análise do indicador. Atributos como periodicidade, responsável, momento da análise e modelo de análise (cálculos, comparações) devem ser definidos.
- Especificar Distribuição: consiste na definição de atributos que fazem parte da distribuição do indicador. Atributos como prazo de envio, responsável e destinatários devem ser definidos.

4.2.6. Macro-atividade: Executar Medição

Na macro-atividade "Executar Medição", procura-se executar a medição baseado em um conjunto de medidas previamente estabelecidas. Nessa macro-atividade os resultados devem ser guardados, analisados e divulgados para a organização.

As atividades do PROMPES para a macro-atividade "Executar Medição" estão ilustradas através da Figura 33.

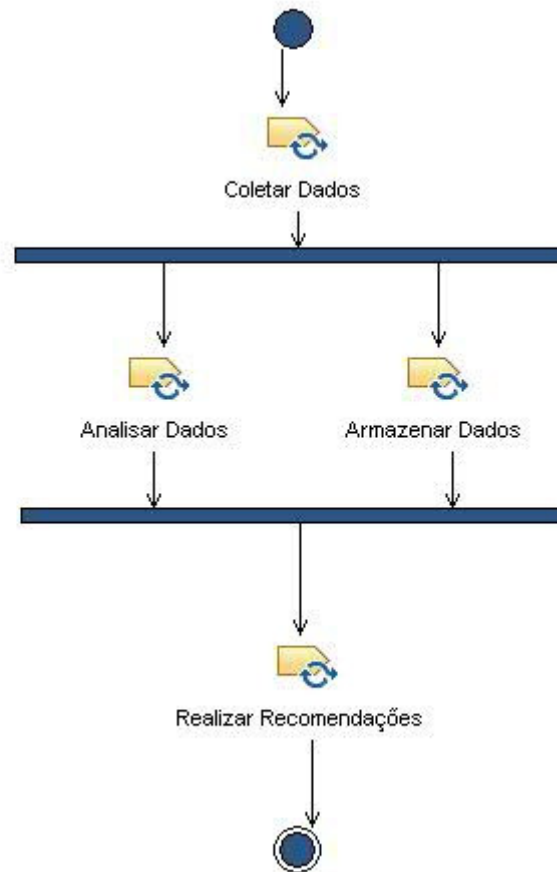


Figura 33 - Macro-Atividade de Executar Medição.

4.2.6.1. Atividade: Coletar Dados

Essa atividade é responsável pela coleta e revisão dos dados da medição. Qualquer problema encontrado nos dados coletados poderá afetar toda a análise e, conseqüentemente, seus resultados, podendo gerar informação distorcida com prejuízo para a organização.

Esta atividade deve ser executada pelo Colaborador do Projeto e a revisão feita pelo Analista de Medição.

Descrição: Atividade que consiste na coleta e revisão dos dados coletados para análises.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Coletar Dados; • Revisar Dados Coletados. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Colaborador do Projeto 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Coletar Dados: consiste na coleta dos dados baseados nas especificações das medidas básicas, derivadas e indicadores.
- Revisar Dados Coletados: consiste na revisão dos dados coletados. Deve ser executada periodicamente e o nível de complexidade dessa revisão dependerá do tempo disponível e da quantidade de recursos disponíveis na organização.

4.2.6.2. Atividade: Analisar Dados

Esta atividade tem por objetivo analisar os dados coletados para que sejam disponibilizados para toda a organização.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição.

Descrição: Atividade que consiste na interpretação e análise dos dados coletados.
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Analisar Dados

Papel principal: • Analista de Medição	Papel adicional:
--	-------------------------

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Analisar Dados: consiste na análise e interpretação dos dados baseados nas coletas realizadas.

4.2.6.3. Atividade: Armazenar Dados

Esta atividade tem por objetivo armazenar os dados em um repositório único para que a organização tenha um fácil acesso a todos os dados coletados dos projetos.

Esta atividade deve ser executada pelo Analista de Medição.

Descrição: Atividade que consiste no armazenamento dos dados coletados em um repositório único.	
Etapas: • Verificar Integridade dos Dados; • Armazenar Dados.	
Papel principal: • Analista de Medição	Papel adicional:

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Verificar Integridade dos Dados: consiste na verificação da integridade dos dados para que sejam colocados em um único repositório.
- Armazenar Dados: consiste no armazenamento dos dados em um único repositório.

4.2.6.4. Atividade: Realizar Recomendações

Esta atividade tem por objetivo divulgar para a organização a análise dos resultados dos dados coletados.

Esta atividade deve ser executada pelo Gerente do Projeto com o apoio do Analista de Medição.

Descrição: Atividade que consiste na apresentação dos dados coletados e as análises para os envolvidos. Estes resultados devem estar disponíveis para consulta por parte dos envolvidos.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar Resultados da Análise dos Dados. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- **Apresentar Resultados da Análise dos Dados:** consiste na divulgação da análise dos resultados dos dados coletados, de acordo com a forma de distribuição definidas nos indicadores.

4.2.7. Macro-atividade: Analisar e Documentar Resultados

Na macro-atividade "Analisar e Documentar Resultados" procura-se avaliar o processo de medição como todo, atualizando, identificando e implementando melhorias para que as medidas se tornem mais acuradas para a organização.

As atividades do PROMPES para a macro-atividade "Analisar e Documentar Resultados" estão ilustradas através da Figura 34.

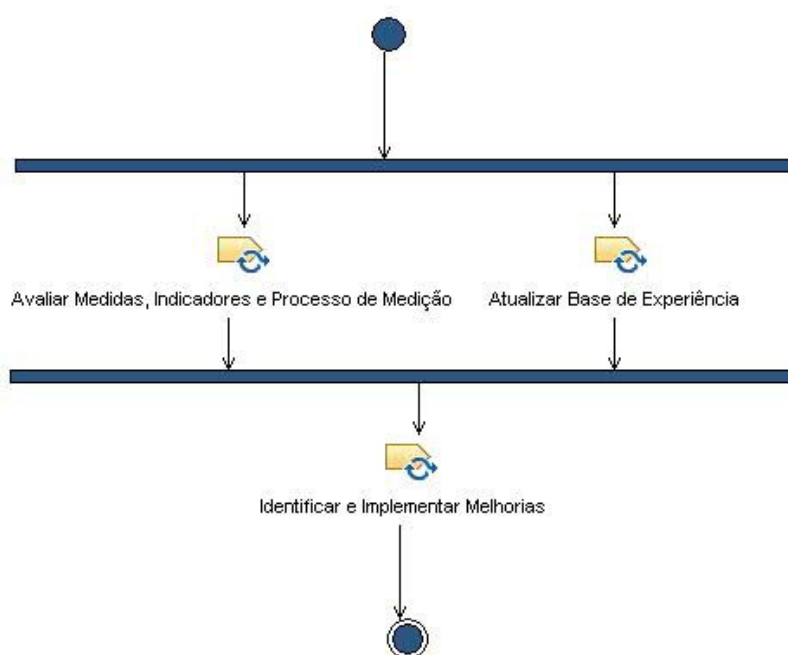


Figura 34 - Macro-Atividade de Analisar e Documentar Resultados.

4.2.7.1. Atividade: Avaliar Medidas, Indicadores e Processo de Medição

Esta atividade consiste em avaliar o processo de medição sobre três perspectivas: medidas, indicadores e processo.

Esta atividade deverá ser executada pelo Analista de Medição em conjunto com o Gerente de Projeto e Gerente Executivo.

Descrição: Atividade que consiste na avaliação da eficácia das medidas, indicadores e do processo de medição que estão sendo utilizados na organização.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar Medidas Básicas; • Avaliar Medidas Derivadas; • Avaliar Indicadores; • Avaliar Processo de Medição; • Documentar Resultados da Avaliação. 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto; • Gerente Executivo.

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Avaliar Medidas Básicas: consiste na resposta dos seguintes aspectos:
 - Confiança nos resultados;
 - Adequação dos resultados as suas finalidades;
 - Facilidade da compreensão dos resultados;
 - Satisfações de um indicador;
- Avaliar Medidas Derivadas: consiste na resposta dos seguintes aspectos:
 - Confiança nos resultados;
 - Adequação dos resultados as suas finalidades;
 - Facilidade da compreensão dos resultados;
 - Satisfações de um indicador;
- Avaliar Indicadores: consiste na resposta dos seguintes aspectos:
 - Confiança nos resultados;
 - Adequação dos resultados as suas finalidades;
 - Facilidade da compreensão dos resultados;

- Satisfações de um indicador;
- Avaliar Processo de Medição: consiste na resposta dos seguintes aspectos:
 - Performance: Quão eficaz e eficiente é o processo de medição?
 - Conformidade: O processo de medição definido está sendo seguido?
 - Capacidade: Quão bom é o processo de medição comparado a um padrão externo?
- Documentar Resultados da Avaliação: consiste na documentação e revisão de toda a avaliação realizada.

4.2.7.2. Atividade: Atualizar Base de Experiência

Esta atividade objetiva fazer o registro das lições aprendidas do processo de medição ao longo de sua aplicação, para que boas práticas possam ser utilizadas no futuro.

Esta atividade deverá ser executada pelo Analista de Medição em conjunto com o Gerente de Projeto.

Descrição: Atividade que consiste em documentar e armazenar as lições aprendidas.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Documentar e Coletar as Lições Aprendidas; 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Documentar e Coletar as Lições Aprendidas: consiste na identificação e documentação das lições aprendidas na execução do processo de medição.

4.2.7.3. Atividade: Identificar e Implementar Melhorias

Esta atividade consiste na identificação, priorização e implementação das melhorias no processo de medição. Essas melhorias devem ser implementadas

com base nos resultados da avaliação do processo de medição e nas lições aprendidas registradas na base de conhecimento da organização.

Descrição: Atividade que consiste na implementação de melhorias baseada nas lições aprendidas e avaliações das medidas e de todo processo de medição. As mudanças podem afetar as definições das medidas, a forma de coleta de dados e outros parâmetros.	
Etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar Melhorias; • Priorizar Melhorias • Implementar Melhorias; 	
Papel principal: <ul style="list-style-type: none"> • Analista de Medição 	Papel adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Projeto

Etapas [McGarry *et al.*, 2002]:

- Identificar Melhorias: consiste na identificação de melhorias baseado na avaliação do processo de medição e nas lições aprendidas.
- Priorizar Melhorias: nem todas as melhorias são possíveis de serem implementadas de uma única vez. Consiste em priorizar as melhorias que devem ser implementadas.
- Implementar Melhorias: consiste na aplicação das melhorias levantadas.

5. Ferramenta FAM

5.1. Apresentação da Ferramenta FAM

A ferramenta FAM foi desenvolvida com o objetivo de dar suporte a implementação do PROMPES. Seu principal objetivo é auxiliar no planejamento das medições alinhado aos objetivos de negócio das MPEs.

A ferramenta foi desenvolvida utilizando o paradigma de orientação a objetos e implementada na linguagem de programação C#. Todo o projeto de criação da ferramenta utilizou o ambiente Visual Studio C# 2008 *Express Edition*, um ambiente *freeware* para criação e modelagem de sistemas.

O armazenamento da informação é feito utilizando a tecnologia relacional. Foi utilizado o banco de dados *SQL Server Express*, um produto de banco de dados *freeware* para a criação das tabelas e seus relacionamentos. O esquema relacional da FAM é apresentado pela Figura 35.

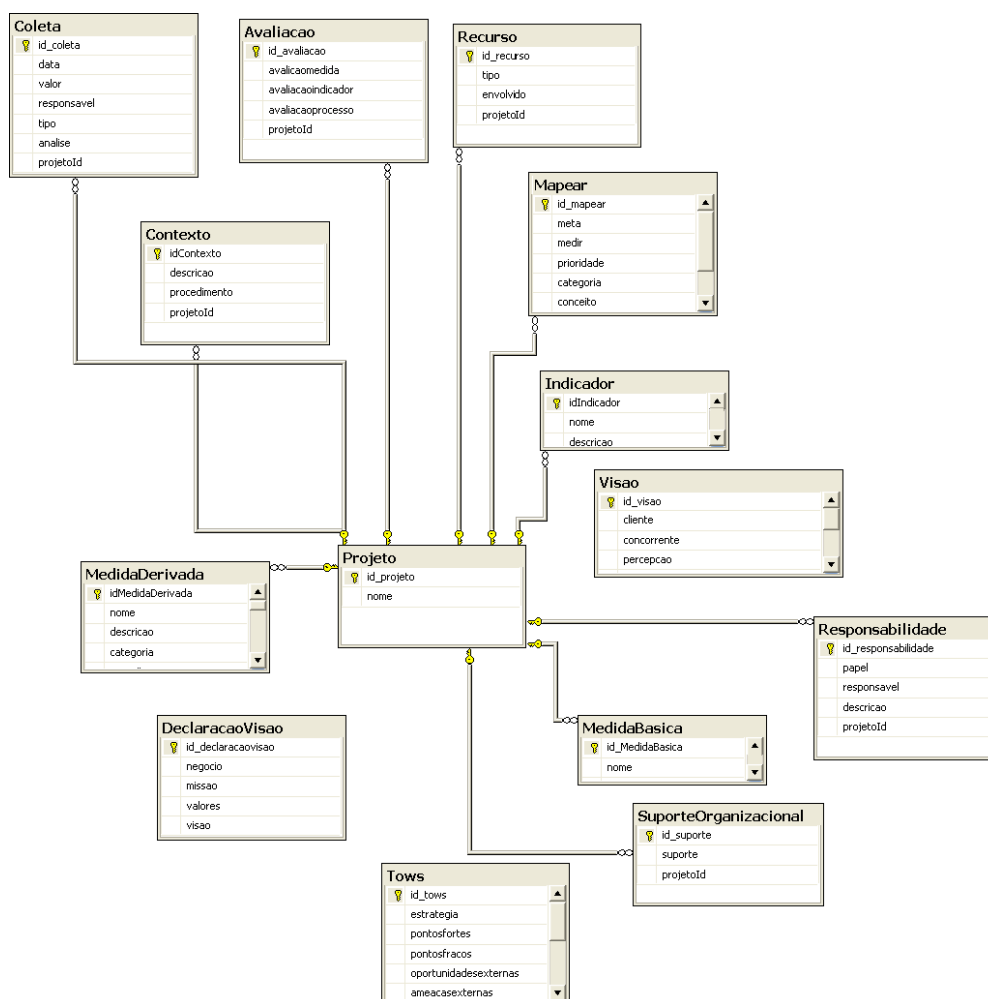


Figura 35 – Modelo de Dados da FAM.

O caminho no sistema de arquivos até o banco de dados deve ser configurado no arquivo FAM.exe.config.

Antes de iniciar a execução da ferramenta, é necessário então que o usuário faça o *download* da ferramenta *Visual Paradigm* (<http://www.visual-paradigm.com>) em qualquer uma das suas versões para integração com a FAM. Após o download e instalação é necessário definir o caminho de instalação do *VisualParadigm*. Este caminho deverá ser configurado através do arquivo *config.ini* no diretório de instalação da FAM.

Sendo assim, para apoiar as macro-atividades descritas pelo PROMPES, a FAM:

- Fornece um mecanismo de definição estratégica com módulos de cadastro e definição do contexto de negócio, declaração da visão e matriz TOWS [McGarry *et al.*, 2002];

- Auxilia na modelagem conceitual dos processos realizando o mapeamento das estratégias em processos, e a modelagem visual dos processos através da integração com a ferramenta *VisualParadigm* (módulos “Modelar Conceitualmente” e “Modelar Metas e Problemas”). Esta ferramenta *opensource* foi utilizada, por permitir que o usuário crie seus modelos UML e por ser de fácil integração com a linguagem C# e com a ferramenta FAM;
- Auxilia na modelagem de metas e problemas fornecendo elementos visuais para melhor entendimento das metas relacionadas ao processo a ser medido;
- Fornece um mecanismo de planejamento de medições no nível organizacional e de cada projeto, utilizando como base o método PSM [McGarry *et al.*, 2002];
- Auxilia a execução do processo do PROMPES, através da disponibilização de métricas e armazenamento de medidas para cada projeto, formando assim uma base organizacional;

Em função dos prazos, não foram construídos os módulos de coleta automatizada, armazenamento estruturado dos dados e modelos de extração, conversão e análise dos dados. Assim, a demonstração da ferramenta é realizada no capítulo a seguir.

6. Aplicação do PROMPES e FAM

6.1. Perfil da MPE

Para aplicação do processo proposto é necessário a definição e escolha de uma MPE.

O critério usado para essa escolha foi tanto o tamanho da empresa quanto o foco do trabalho, ou seja, empresas de micro e pequeno porte que possuem como sua atividade final o desenvolvimento de software. A empresa selecionada possui filial na cidade de Lavras, sul de Minas Gerais, e vínculos com a Universidade Federal de Lavras. A empresa será tratada pelo nome fictício de empresa A, para preservar a anonimidade da organização.

A empresa A é uma pequena empresa de software criada em 2003 que atua nas áreas de consultoria, desenvolvimento de software e ensino à distância. O quadro de funcionários consiste em 23 colaboradores, alocados em sua maior parte em áreas operacionais. Atualmente, a mesma apresenta projetos e produtos nas áreas de gerência de documentos fiscais, gestão imobiliária, administração escolar, automação comercial e customização de ferramentas para ensino à distância.

A criação desta pequena empresa ocorreu em ambiente acadêmico, como forma de atender a diversas demandas internas da instituição de ensino.

Foi encontrada na organização uma sistemática de trabalho para a área de gerenciamento de projetos. Nesta área, existe um processo definido que deve ser seguidos por todos os envolvidos no processo de gerenciamento dos projetos.

6.2. Escopo de Aplicação

Este nosso estudo de caso simplificado e preliminar baseou-se na aplicação do PROMPES e da FAM em dois projetos que denominamos A e B.

A primeira fase do estudo iniciou-se pela escolha da organização em que o PROMPES e FAM seriam aplicados. A segunda etapa consistiu na aplicação de uma parte do processo em conjunto com a ferramenta definida. Esta parte do processo aplicado incluía as macro-atividades de Definição Estratégia, Modelagem Conceitual e a Modelagem das Metas e Problemas.

A terceira etapa consistiu na aplicação no restante do PROMPES nos projetos A e B envolvendo principalmente dois diferentes Gerentes de Projetos.

O autor deste trabalho desempenhou o papel de Analista de Medição, devido a isto, não foi necessária a realização de treinamentos para aplicação da ferramenta.

6.3. Macro-Atividade: Definir Estratégia Organizacional

6.3.1. Atividade: Definir o Contexto do Negócio

A execução desta atividade foi realizada com a presença do Gerente Executivo da organização e um Gerente de Projeto para a definição do contexto do negócio. O outro Gerente de Projeto, não participou da definição do contexto do negócio, mas a informação foi repassada após a execução desta atividade.

A definição do contexto do negócio leva em consideração a definição dos clientes, concorrentes, percepção pública da organização, ambiente na qual está inserida, tamanho e lucratividade e nível de serviço. O resultado da execução desta atividade foi cadastrado na FAM para divulgação na organização, conforme apresentado na Figura 36.

Definir Visão

Visão ID: 16

Clientes: Seu principal cliente é uma organização de maior porte provedora de serviços de gestão eletrônica de documentos. Os projetos geralmente estão relacionados a sistema para controle de workflow de documentos em diversas áreas: nota fiscal, responsabilidade solidária, processos cíveis, comprovantes de entrega de lista

Concorrentes: Organizações que atuam como fábrica de software com foco em desenvolvimento de projetos de sistemas de gestão eletrônica de documentos.

Percepção: Como é uma organização pequena, não há apontamentos sobre como a organização é vista. Contudo, em relação ao seu principal cliente a organização está em crescente evolução, inclusive com o aumento na demanda por projetos tanto na área de gestão eletrônica de documentos quanto em outras áreas diversas.

Ambiente: O foco da organização é na busca de projetos que dêem maior retorno financeiro. Tanto na área de desenvolvimento de sistemas (que é o ramo principal da organização), quanto em outras áreas como ensino à distância e consultoria são pontos de investimento da organização.

Tamanho: 23 colaboradores

Lucratividade: Faturamento em torno de 32 mil reais por mês. A organização ainda não obtém lucro com os projetos, pois atualmente está investindo em novos produtos, tais como: sistema de administração escolar e sistema de geração de horários escolares.

Nível: A qualidade dos sistemas e projetos desenvolvidos pela organização está em constante evolução. Resultado disto é a extensão em número e tamanho dos projetos prospectados em seu cliente principal.

Figura 36 – Definição do Contexto do Negócio.

6.3.2. Atividade: Preencher Declaração da Visão

Esta atividade contou com a presença de um Gerente de Projeto e do Gerente Executivo e foi executada baseada principalmente na política já existente na organização. Apesar de ser uma MPE, a organização possui sua visão e missão bem definidas disponíveis para todos os colaboradores.

O cadastramento da visão e missão foi basicamente uma cópia da já existente na organização. O negócio e valores foram definidos e o resultado foi armazenado de forma adequada com o suporte da FAM conforme apresentado na Figura 37.

Declaração Visão ID: 3

Negócio: Desenvolvimento de sistemas (foco em sistemas de gestão eletrônica de documentos) que agregam valor aos negócios do cliente.

Missão: "Desenvolver sistemas de qualidade e superar as expectativas do cliente".

Valores: A empresa acredita na ética, colaboração, lucratividade para os acionistas, aprimoramento dos colaboradores e satisfação do cliente.

Visão:

Figura 37 – Definição da Declaração da Visão.

6.3.3. Atividade: Preencher Matriz TOWS

A execução desta atividade foi facilitada pelo conhecimento dos Gerentes de Projeto nos conceitos envolvidos na definição da matriz SWOT proposta pelo PMI [PMI, 2004]. Foi explicado pelo Analista de Medição que a teoria da matriz TOWS é a mesma empregada pela matriz SWOT.

Esta atividade foi executada baseada principalmente no resultado das duas atividades anteriores facilitando a definição das estratégias da organização. O Gerente Executivo encontrou bastante facilidade em assimilar os conceitos envolvidos pela matriz TOWS [Eriksson & Penker, 2000], pois também possuía um bom conhecimento na utilização da matriz SWOT [PMI, 2004].

Esta definição levou em conta todos os aspectos considerados pelo processo, e o resultado foi armazenado com auxílio da FAM conforme apresentado na Figura 38.

Figura 38 – Definição da Matriz TOWS.

6.4. Macro-Atividade: Modelar Conceitualmente

6.4.1. Atividade: Identificar e Modelar Processo

Uma vez realizada a definição de todas as estratégias, o PROMPES especifica o mapeamento das estratégias em processos.

Deve-se então levantar nesta atividade os processos de negócio da organização. Não existe uma ordem prefixada, mas deve ser priorizado o levantamento dos processos que mais aceleram ou dificultam em atender as estratégias da organização, sejam elas globais ou estratégias de negócio.

Os Gerentes de Projeto em conjunto com o Analista de Medição agruparam todas as estratégias para que as mesmas formem os processos que podem ser controlados. Por sua vez, o Gerente Executivo definiu o processo de Gerenciamento de Projetos como o principal processo que dificulta em atender as estratégias da organização conforme apresentado pela Figura 39.

Figura 39 – Descrição do Processo a Ser Controlado.

Esta priorização serve para entender qual o processo deve ser controlado e assim entender melhor sobre o processo em questão. Esta priorização é necessária, pois define um escopo inicial de monitoramento e controle de processos.

Como segunda parte da execução da atividade foi elaborado pelos Gerentes de Projetos em conjunto com o Analista de Medição um modelo conceitual para melhor entendimento do processo de Gerenciamento de Projetos. Esta modelagem baseou-se em um processo de Gerenciamento de Projetos já existente na organização e utilizou-se um modelo de classes da UML (Figura 40).

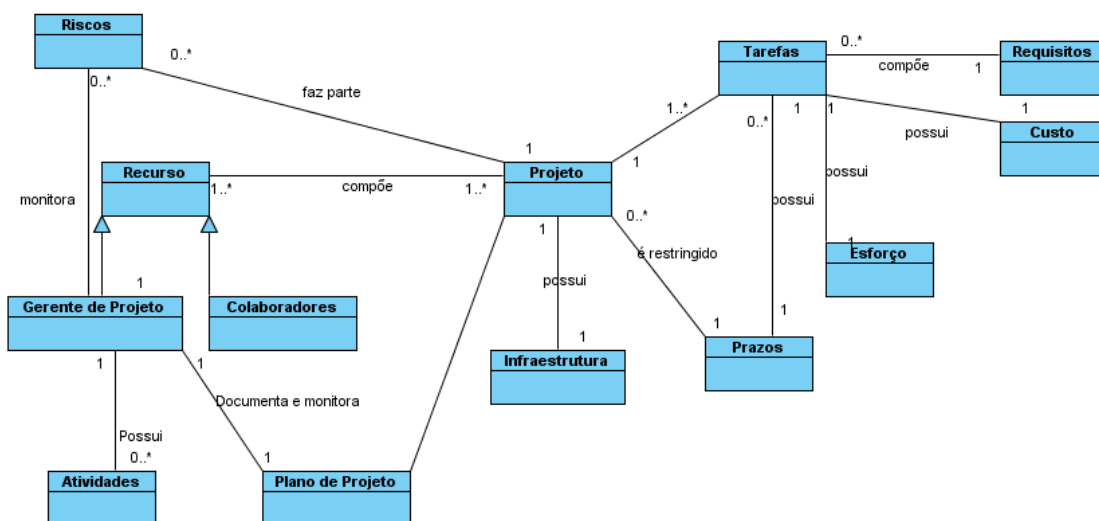


Figura 40 – Modelagem Conceitual do Processo de Gerenciamento de Projetos.

Esta modelagem foi realizada através da integração entre a ferramenta FAM e o *VisualParadigm*.

Não foi necessária a realização de nenhum treinamento, pois os Gerentes de Projetos tinham um bom conhecimento de UML.

6.5. Macro-Atividade: Modelar Metas e Problemas

6.5.1. Atividade: Definir Processo a Ser Controlado

Esta atividade foi facilitada pelo conhecimento do Analista de Medição na Modelagem de Processos de Negócio. Foi realizado um treinamento sobre MPN para melhor entendimento dos objetivos desta atividade.

Foram modelados recursos que interferem diretamente no processo de Gerenciamento de Projetos. Estes recursos foram classificados como Abstrato, Objeto de Informação e Pessoa. Não foram encontrados recursos físicos que interferissem no processo em questão.

Todas as estratégias do processo priorizado de Gerenciamento de Projetos foram derivadas em metas quantitativas (Figura 41), ou seja, podem ser medidas diretamente sem estabelecimento de um critério que transforme uma determinada meta qualitativa em quantitativa. Esta derivação em metas qualitativas deu-se pela cultura da organização de não possuir uma base histórica de indicadores para definir valores quantitativos.

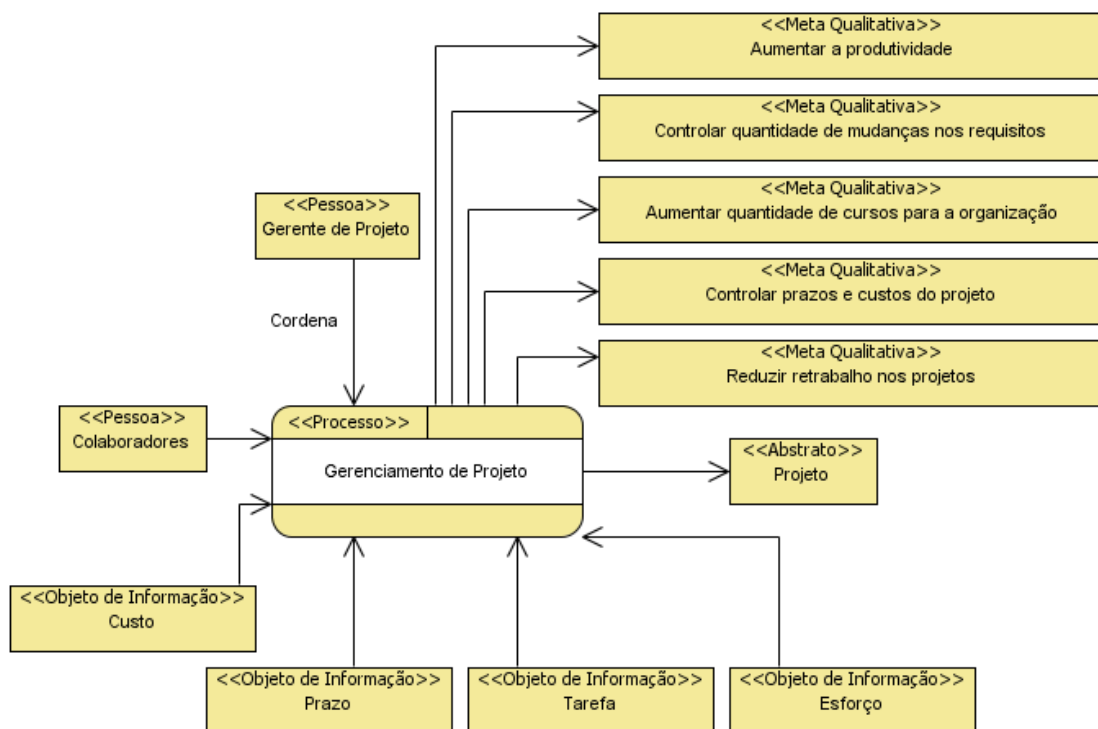


Figura 41 – Definição do Processo de Gerenciamento de Projetos a Ser Controlado.

Esta modelagem foi realizada através da integração entre a ferramenta FAM e o *VisualParadigm*.

6.6. Macro-Atividade de Planejar Medição

6.6.1. Atividade: Caracterizar o Contexto do Projeto

O contexto de aplicação do processo foi definido pelo Analista de Medição junto a dois Gerentes de Projeto (Figura 42).

The screenshot shows a software window titled "CriarContexto". At the top, there is a "Parametro: 9" label and a "Filtrar" button. Below this, there are four main input sections:

- Contexto ID:** A text box containing the number "2".
- Projeto ID:** A text box containing the number "9".
- Descrição:** A text area containing the text: "O objetivo do projeto é melhorar o acompanhamento dos projetos de acordo com a especificado. Não se pode controlar aquilo que você não mede. Os benefícios encontrados são: Melhor acompanhamento do projeto e visibilidade da organização dos projetos através de métricas."
- Procedimento:** A text area containing two paragraphs: "As coletas serão realizadas diariamente pela equipe do projeto com supervisão do Gerente de Projeto. Será utilizada como entrada as ferramentas Xplanner, Project e Excel." and "As análises dos dados será executada pelo analista de medição de acordo com a especificação do indicador."

On the right side of the window, there are three buttons: "Salvar", "Atualizar", and "Excluir".

Figura 42 – Definição e Caracterização do Contexto do Projeto.

O objetivo do projeto é melhorar o acompanhamento dos projetos de acordo com os objetivos de negócio da organização. O benefício esperado com a aplicação do PROMPES é melhorar o acompanhamento do projeto e prover a visibilidade da organização dos projetos através de métricas.

As coletas serão realizadas diariamente pelo Analista de Medição da organização com supervisão do Gerente de Projeto. Serão utilizadas as ferramentas de entrada, principalmente:

- XPlanner: Ferramenta de gerenciamento de projeto, onde as atividades são atribuídas aos recursos da organização. Todo o apontamento de horas é fornecido por esta ferramenta.
- MS-Project: Ferramenta de acompanhamento de prazos e custos do projeto, bem como a alocação dos recursos às atividades do projeto;
- Mantis: Ferramenta de coleta e cadastramento de bugs e solicitações dos usuários;
- As análises dos dados serão executadas pelo Analista de Medição e Gerente de Projeto de acordo com a especificação de cada indicador.

6.6.2. Atividade: Estabelecer e Sustentar o Compromisso

O contexto de aplicação do processo foi definido pelo Analista de Medição junto a dois Gerentes de Projeto (Figura 43).

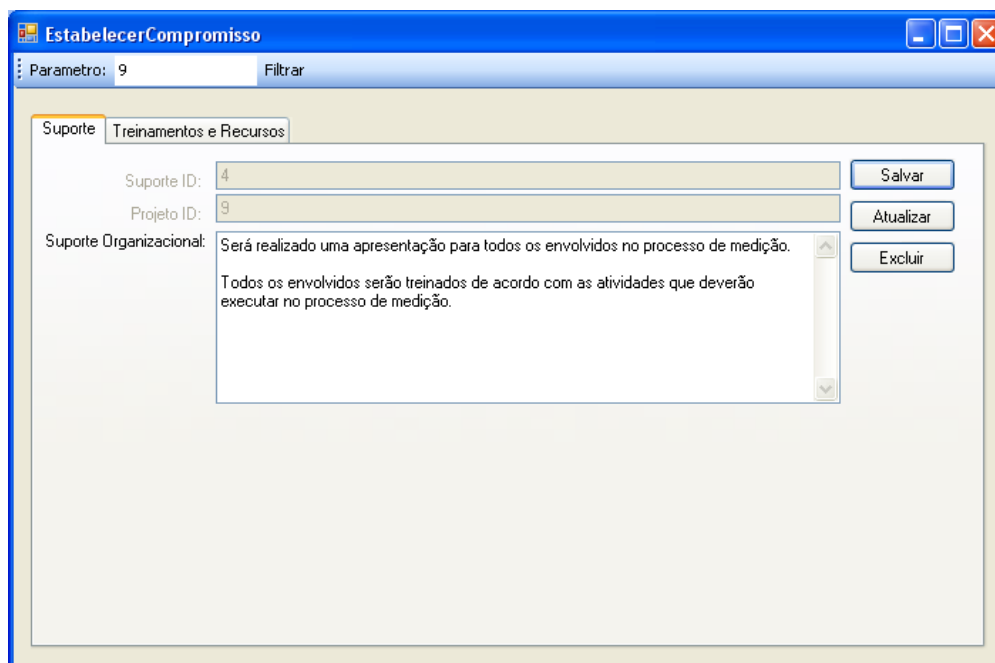


Figura 43 – Definição do Estabelecimento do Compromisso.

Foi realizada nesta atividade uma apresentação para todos os envolvidos no processo de medição. Todos os envolvidos foram treinados de acordo com as atividades que executaram e que estão previstas no PROMPES.

Antes do treinamento, foi realizado um mapeamento dos papéis do processo com suas responsabilidades:

- Colaborador: Responsável por informar os dados quando necessário para o Gerente de Projeto.
- Gerente de Projeto: Responsável por realizar as análises dos dados coletados e realizar as mudanças necessárias nos projetos. Responsável também por informar qualquer problema ou alteração no planejamento para o Analista de Medição, popular a base de experiência e avaliar as medidas e indicadores do processo.
- Analista de Medição: Responsável por analisar as medidas e indicadores, revisar os dados informados pelos colaboradores, popular a base de experiência e realizar as análises necessárias durante todo o processo de medição.

Os recursos disponíveis e mapeados para esta atividades foram as ferramentas fornecidas explicadas no item anterior e os treinamentos para os envolvidos.

6.6.3. Atividade: Mapear e Priorizar Medidas

O mapeamento das metas em medidas foi definido pelo Analista de Medição e as decisões do que medir foi realizado pelos dois Gerentes de Projetos (Figura 44).

The screenshot shows the 'MapearePriorizar' application window. The interface includes a navigation bar at the top with a 'Parametro: 9' field and a 'Filtrar' button. Below this, there are several input fields and dropdown menus:

- Mapear ID: 6
- Projeto ID: 9
- Meta: Aumentar Produtividade
- Medir: Sim (dropdown menu)
- Prioridade: 1
- Categoria: Performance do Processo (dropdown menu)

Figura 44 – Definição do Mapeamento e Priorização das Medidas.

As metas priorizadas pelos Gerentes de Projetos foram: Aumentar a produtividade, Controlar custos e prazos e Reduzir retrabalho dos projetos. Estas metas foram mapeadas em categorias de informação como: Performance do Processo, Recursos e Custos e Performance do Processo respectivamente, baseado no PSM.

6.6.4. Atividade: Selecionar Medidas Aplicáveis

A seleção em medidas aplicáveis foi definida pelo Analista de Medição sem a participação dos Gerentes de Projetos (Figura 45).

This screenshot shows the same 'MapearePriorizar' application window as Figure 44, but with additional fields filled out at the bottom:

- Conceito: Eficiência do Processo (dropdown menu)
- Medida: Produtividade (dropdown menu)

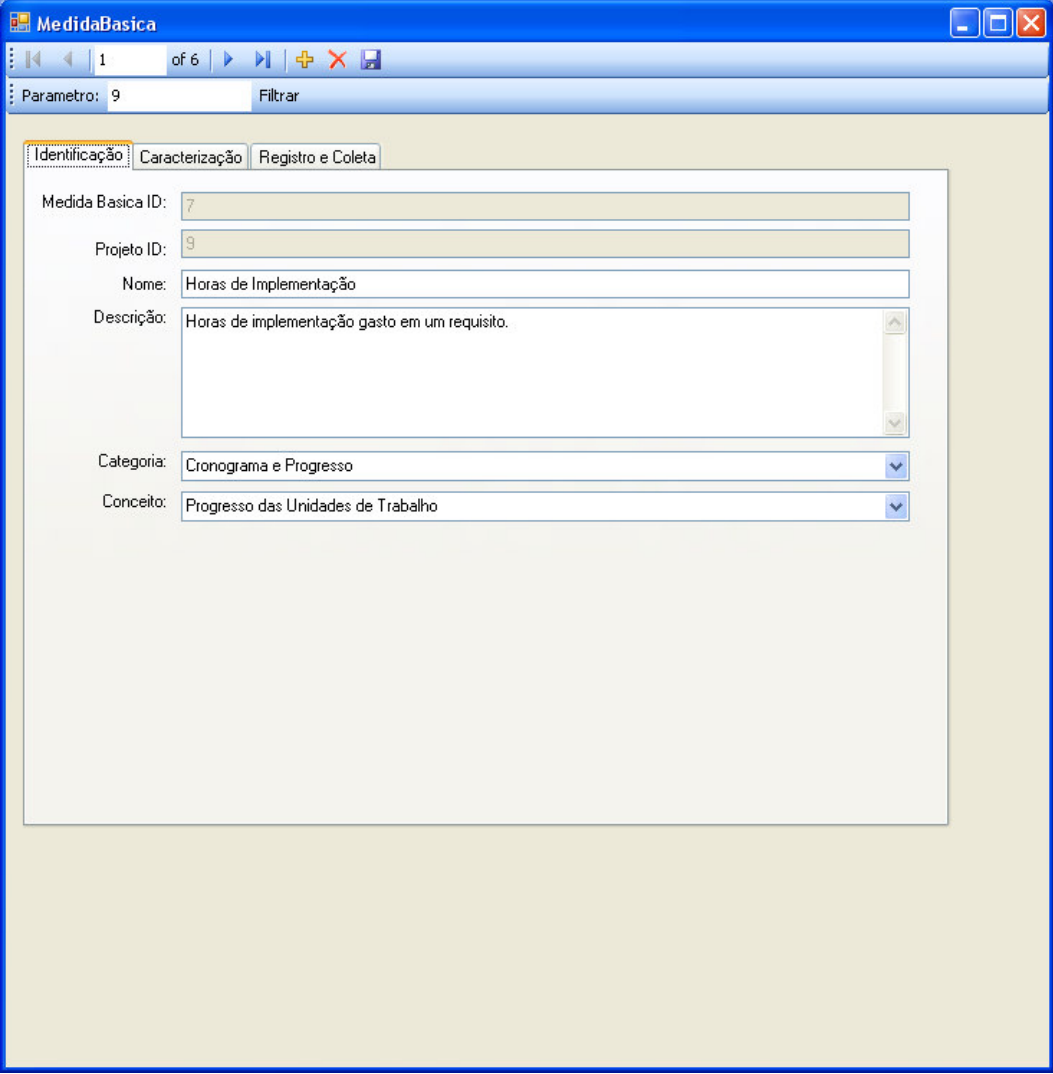
Figura 45 – Definição das Medidas Aplicáveis.

O mapeamento das categorias de informação, em conceitos mensuráveis e em medidas foi realizado utilizando o *framework* do PSM. Este mapeamento foi realizado de forma direta sem a necessidade de criação de medidas fora do especificado pelo PSM.

Foram então definidos, baseado nas metas, que os projetos deveriam medir as seguintes medidas: Produtividade, BCWS (*Budget Cost of Work Scheduled*), BCWP (*Budget Cost of Work Performed*), ACWP (*Actual Cost of Word Performed*) e Esforço de Retrabalho.

6.6.5. Atividade: Definir Medida Básica

A definição das medidas básicas foi realizada pelo Analista de Medição sem a participação dos Gerentes de Projetos (Figura 46).



The screenshot shows a web application window titled "MedidaBasica". The interface includes a navigation bar with "1 of 6" and a "Filtrar" button. Below the navigation bar, there are three tabs: "Identificação", "Caracterização", and "Registro e Coleta". The "Identificação" tab is active, displaying a form with the following fields:

- Medida Basica ID: 7
- Projeto ID: 9
- Nome: Horas de Implementação
- Descrição: Horas de implementação gasto em um requisito.
- Categoria: Cronograma e Progresso
- Conceito: Progresso das Unidades de Trabalho

Figura 46 – Definição das Medidas Básicas.

As medidas no momento em que foram descritas, foram subdivididas em:

- Medida 1 – Produtividade: foi dividida em duas medidas:
 - Medida A: Horas de Implementação;
 - Medida B: Tamanho do Requisito;
- Medida 2 – BCWS, BCWP, ACWP: foi dividida em três medidas:
 - Medida C: Custo Orçado do Trabalho Agendado;
 - Medida D: Custo Orçado do Trabalho Realizado;
 - Medida E: Custo Real do Trabalho Realizado;
- Medida 3 – Esforço de Retrabalho: foi realizada apenas uma troca de nomenclatura:
 - Medida F: Horas de Correção;

Todas as medidas foram mapeadas novamente em categorias de informação e conceitos mensuráveis. Para todas as medidas também foram definidos o método de medição, o tipo de método, a escala, unidade e o tipo de escala, periodicidade do registro, responsável pelo registro, momento do registro, periodicidade da coleta, responsável pela coleta, momento da coleta, ferramenta de coleta, meio de armazenamento e critérios de validação (Figura 47 e Figura 48).

The screenshot shows a software window titled "MedidaBasica" with a standard Windows-style title bar. Below the title bar is a navigation bar with "1 of 6" and a "Filtrar" button. The main content area has three tabs: "Identificação", "Caracterização" (which is active), and "Registro e Coleta". The "Caracterização" tab contains a form with the following fields:

- Entidade Medida: Gerenciamento do Projeto
- Atributo Medido: Aumentar Produtividade e Controlar Retrabalho
- Método de Medição: Coletar a medida ao final da implementação do requisito
- Tipo de Método: Objetivo
- Escala: horas
- Unidade: (empty)
- Tipo de Escala: Ordinal

Figura 47 – Descrição da Caracterização das Medidas Básicas.

The screenshot shows a software interface for configuring basic measurements. The window is titled 'MedidaBasica' and has a navigation bar at the top with '1 of 6' and a search bar containing 'Parametro: 9' and a 'Filtrar' button. Below the navigation bar are three tabs: 'Identificação', 'Caracterização', and 'Registro e Coleta'. The 'Registro e Coleta' tab is selected and contains the following fields:

- Periodicidade do Registro: Diário
- Responsável pelo Registro: Colaborador
- Momento do Registro: Ao final do dia
- Periodicidade da Coleta: Ao final do requisito
- Responsável pela Coleta: Analista de Medição
- Momento da Coleta: Ao final do requisito
- Ferramenta: Xplanner
- Meio de Armazenamento: Excel
- Critérios de Validação: Verificar se as horas diárias não ultrapassam o valor de 24 horas.

Figura 48 – Descrição do Registro e Coleta das Medidas Básicas.

6.6.6. Atividade: Definir Medida Derivada

Esta atividade não precisou ser executada no contexto da aplicação do PROMPES na MPE em questão, pois nenhuma medida derivada foi utilizada. As medidas derivadas descrevem uma nova forma de agrupamento das medidas básicas.

6.6.7. Atividade: Definir Indicador

A definição dos indicadores foi definida pelo Analista de Medição sem a participação dos Gerentes de Projetos (Figura 49).

Figura 49 – Definição dos Indicadores dos Projetos.

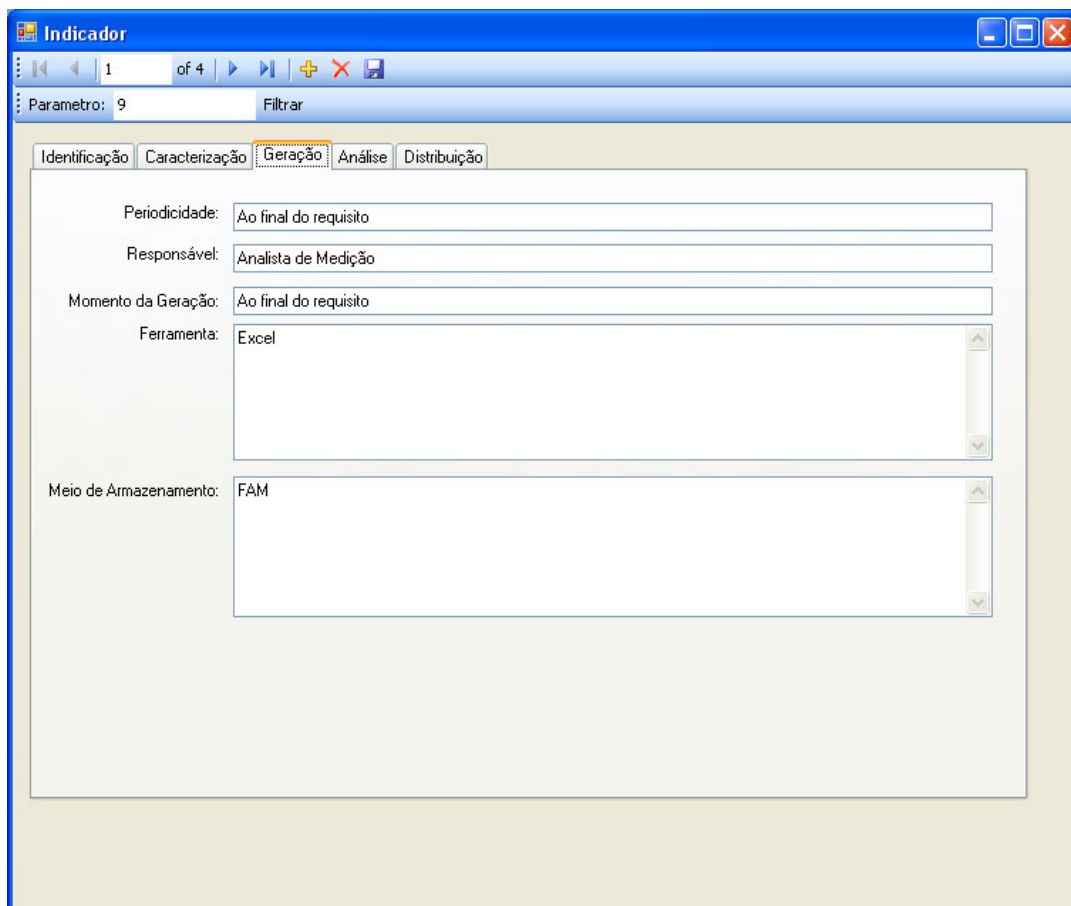
Foram definidos quatro indicadores para os projetos a partir das medidas básicas:

- Indicador A: Produtividade;
- Indicador B: Retrabalho;
- Indicador C: SPI (*Schedule Performance Index*);
- Indicador D: CPI (*Cost Performance Index*).

Para todos os indicadores foram definidos as suas fórmulas de cálculo, apresentadas abaixo:

- Indicador A: Produtividade = Horas de Implementação / Tamanho do Requisito;
- Indicador B: Retrabalho = Horas de Correção / Horas de Implementação;
- Indicador C: SPI = Custo Orçado do Trabalho Realizado / Custo Orçado do Trabalho Agendado;
- Indicador D: CPI = Custo Orçado do Trabalho Realizado / Custo Real do Trabalho Realizado.

Foi definido também o momento da geração, como seria a análise dos dados e a forma de distribuição, ou seja, para quais os participantes envolvidos no processo de medição estes dados estariam disponíveis (Figura 50, Figura 51 e Figura 52).



The screenshot shows a software window titled "Indicador". At the top, there is a navigation bar with "1 of 4" and a "Filtrar" button. Below this, there are five tabs: "Identificação", "Caracterização", "Geração", "Análise", and "Distribuição". The "Geração" tab is currently selected. The main area contains several input fields:

- Periodicidade: Ao final do requisito
- Responsável: Analista de Medição
- Momento da Geração: Ao final do requisito
- Ferramenta: Excel
- Meio de Armazenamento: FAM

Figura 50 – Descrição da Geração do Indicador.

The screenshot shows a software window titled 'Indicador'. At the top, there is a navigation bar with '1 of 4' and a 'Filtrar' button. Below this, there are five tabs: 'Identificação', 'Caracterização', 'Geração', 'Análise', and 'Distribuição'. The 'Análise' tab is currently selected. The main content area contains the following fields:

- Periodicidade: Ao final do requisito
- Responsável: Analista de Medição
- Momento: Ao final do requisito
- Modelo de Análise: Será comparado as várias produtividades do requisitos. Ao final do projeto pode-se chegar a produtividade do projeto.

Figura 51 – Descrição da Análise do Indicador.

The screenshot shows the same 'Indicador' software window, but with the 'Distribuição' tab selected. The content area contains the following fields:

- Periodicidade: Ao final do requisito
- Responsável: Analista de Medição
- Momento: Ao final do requisito
- Modelo de Análise: Será comparado as várias produtividades do requisitos. Ao final do projeto pode-se chegar a produtividade do projeto.

Figura 52 – Definição da Forma de Distribuição do Indicador.

6.7. Macro-Atividade: Executar Medição

6.7.1. Atividade: Coletar Dados

Apesar da coleta dos dados ser de responsabilidade do colaborador no processo proposto, foi provido uma *interface* Web para o Analista de Medição coletar as medidas mais rapidamente para acelerar o processo de geração dos indicadores.

As coletas das medidas foram armazenadas conforme os meios descritos na especificação das mesmas. Já os indicadores foram armazenados através da ferramenta proposta por este trabalho (Figura 53).

Coleta ID	Responsável	Data	Nome	Valor	Projeto ID
9	Gustavo	12/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,24	9
10	Gustavo	12/03/2009	CPI - Cost Performance Index	2,68	9
11	Gustavo	13/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,6	9
12	Gustavo	13/03/2009	CPI - Cost Performance Index	2,2	9
13	Gustavo	16/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,59	9
14	Gustavo	16/03/2009	CPI - Cost Performance Index	1,88	9
15	Gustavo	17/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,52	9
16	Gustavo	17/03/2009	CPI - Cost Performance Index	1,73	9

Figura 53 – Execução da Atividade de Coletar Dados.

6.7.2. Atividade: Analisar Dados

A análise dos indicadores coletados foi realizada pelo Gerente de Projeto juntamente com o Analista de Medição (Figura 54).

Coleta ID	Responsável	Data	Nome	Valor	Análise
9	Gustavo	12/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,24	
10	Gustavo	12/03/2009	CPI - Cost Performance Index	2,68	
11	Gustavo	13/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,6	
12	Gustavo	13/03/2009	CPI - Cost Performance Index	2,2	
13	Gustavo	16/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,59	Em relação a prazo preci
14	Gustavo	16/03/2009	CPI - Cost Performance Index	1,88	No gráfico vemos que er
15	Gustavo	17/03/2009	SPI - Schedule Performance Index	0,52	
16	Gustavo	17/03/2009	CPI - Cost Performance Index	1,73	

Figura 54 – Execução da Atividade de Analisar Dados.

A periodicidade das análises dos indicadores foi definida na especificação dos mesmos.

A execução desta atividade foi de suma importância para que os Gerentes de Projetos conseguissem identificar desvios ao longo da execução, e assim serem capaz de tomar providências para a mudança de rumo.

No início do projeto A, o SPI estava com índice em torno de 0,24. O Gerente de Projeto resolveu aumentar o trabalho da equipe para que a compensação pudesse acontecer e que a entrega fosse realizada no prazo acordado com o cliente. Ao final, o índice terminou com 1,02 e a equipe conseguiu entregar o projeto com um dia de antecedência.

Em relação ao CPI no Projeto A, desde o início o índice se manteve elevado, ou seja, as atividades foram executadas com menor custo e esforço do que o planejado. Uma das conclusões extraídas pelo Gerente de Projeto é que nos próximos projetos existe a possibilidade de utilizar um planejamento mais apertado para reduzir o tempo de entrega.

Em média, o retrabalho no Projeto A foi de 14%. Este alto índice se deu principalmente a implementação de alguns requisitos que tiveram altos índices de retrabalho.

O tamanho dos requisitos no Projeto A foi estimado em SWPoints. SWPoints é uma metodologia própria da organização estudada para estimar tamanho dos requisitos implementados. A produtividade média foi de 0,57 Horas/SWPoints.

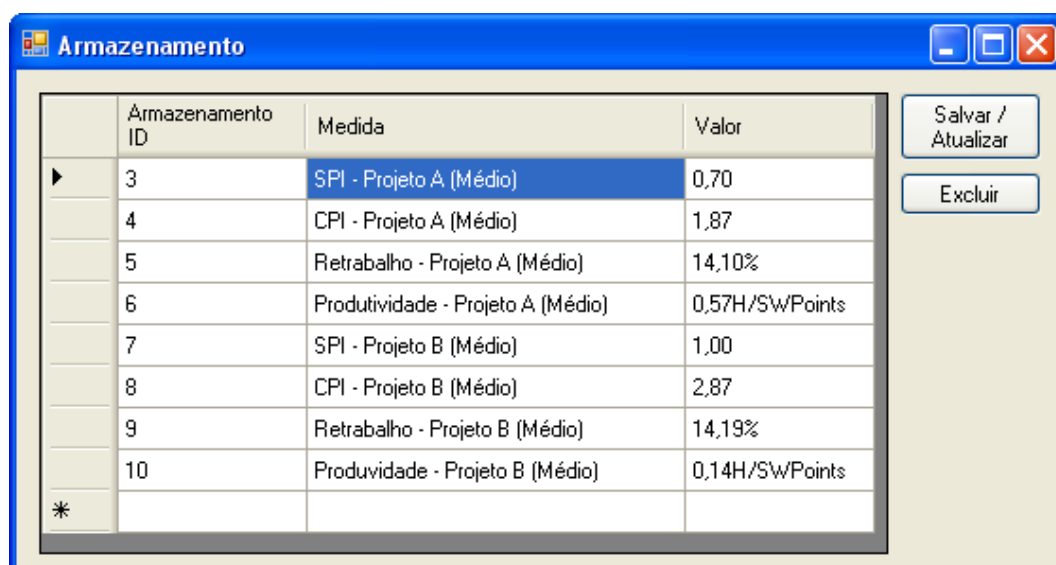
O Projeto B iniciou com SPI a 2,81. Atrasos em atividades de testes impactaram tornando o índice em 0,63. O Gerente de Projeto percebeu o problema e conseguiu finalizar com o índice 1, ou seja, entregaram o projeto no prazo acordado com o cliente.

Em relação ao CPI, o projeto B obteve o mesmo desempenho e conclusões apresentadas pelo projeto A.

No Projeto B o retrabalho também foi de 14% e a produtividade de 0,14 Horas/SWPoints.

6.7.3. Atividade: Armazenar Dados

O armazenamento dos dados consolidados foi realizado pelo Analista de Medição da organização (Figura 55). Estes dados servem como base para planejamentos futuros de novos projetos que a MPE venha a executar.



Armazenamento ID	Medida	Valor
3	SPI - Projeto A (Médio)	0,70
4	CPI - Projeto A (Médio)	1,87
5	Retrabalho - Projeto A (Médio)	14,10%
6	Produtividade - Projeto A (Médio)	0,57H/SWPoints
7	SPI - Projeto B (Médio)	1,00
8	CPI - Projeto B (Médio)	2,87
9	Retrabalho - Projeto B (Médio)	14,19%
10	Produvidade - Projeto B (Médio)	0,14H/SWPoints
*		

Figura 55 – Execução da Atividade de Armazenar Dados.

6.7.4. Atividade: Realizar Recomendações

Esta atividade foi executada pelo Gerente do Projeto com o objetivo de realizar a divulgação dos resultados consolidados para todos os envolvidos. Foram apresentados os indicadores bem como as análises descritas no item 6.7.2.

6.8. Macro-Atividade: Analisar e Documentar Resultados

6.8.1. Atividade: Avaliar Medidas, Indicadores e Processo de Medição

A avaliação das medidas, indicadores e o processo de medição como um todo foi executada pelo Gerente Executivo e pelos Gerentes de Projeto. Estas opiniões foram coletadas ao final da execução do processo proposto e armazenadas na ferramenta FAM conforme Figura 56.

The screenshot shows a web application window titled 'Avaliacao'. At the top, there is a navigation bar with 'Parametro: 9' and a 'Filtrar' button. Below this, there are three main sections for evaluation:

- Avaliação ID:** 2
- Projeto ID:** 9
- Avaliação das Medidas:** A text area containing the text: 'Medida de Tamanho: Rever a forma de como estima-se SWPoints para os requisitos. A estimativa para alguns requisitos não foi muito eficiente.' To the right of this text area are three buttons: 'Salvar', 'Atualizar', and 'Excluir'.
- Avaliação dos Indicadores:** A text area containing the text: 'Satisfação plena da coerência dos resultados apresentados pelos indicadores.'
- Avaliação do Processo:** A text area containing two paragraphs: 'gerência dos projetos. A continuação e aprimoramento deste estudo vai permitir uma compreensão ainda maior dos principais indicadores da organização.' and 'Cabe mencionar também que a execução do processo de medição não causou impactos negativos ao processo de desenvolvimento já adotado na organização. A utilização dos dados já disponíveis na ferramenta de gerência de projetos utilizada na organização facilitou este processo, o que permitiu uma maior aceitação entre os desenvolvedores da organização.'

Figura 56 – Avaliação das Medidas, Indicadores e Processo de Medição.

Como resultados consolidados podem observar que:

- Em relação à medida de tamanho, deve-se rever a forma de como se estima SWPoints para os requisitos. A estimativa para alguns requisitos não foi muito eficiente.
- Em relação aos indicadores não houve nenhum problema apresentado;
- Os objetivos foram alcançados e os resultados iniciais da aplicação do processo contribuíram para uma análise da situação atual da organização.

As futuras decisões estratégicas da organização, principalmente relacionadas aos pontos onde há maior necessidade de melhorias no processo de desenvolvimento serão priorizadas a partir do estudo realizado. Além disso, os resultados foram de fácil compreensão tanto pela gerência executiva quanto pelos gerentes dos projetos. A continuação e aprimoramento deste estudo vão permitir uma compreensão ainda maior dos principais indicadores da organização.

Cabe mencionar também que a execução do processo de medição não causou impactos negativos ao processo de desenvolvimento já adotado na organização. A utilização dos dados já disponíveis na ferramenta de gerência de projetos utilizada na organização facilitou este processo, o que permitiu uma maior aceitação entre os colaboradores da organização.

6.8.2. Atividade: Atualizar Base de Experiência

A atualização da base de experiência foi realizada por parte dos envolvidos no processo de medição. Algumas importantes experiências foram retiradas da execução do processo e armazenadas na ferramenta (Figura 57).

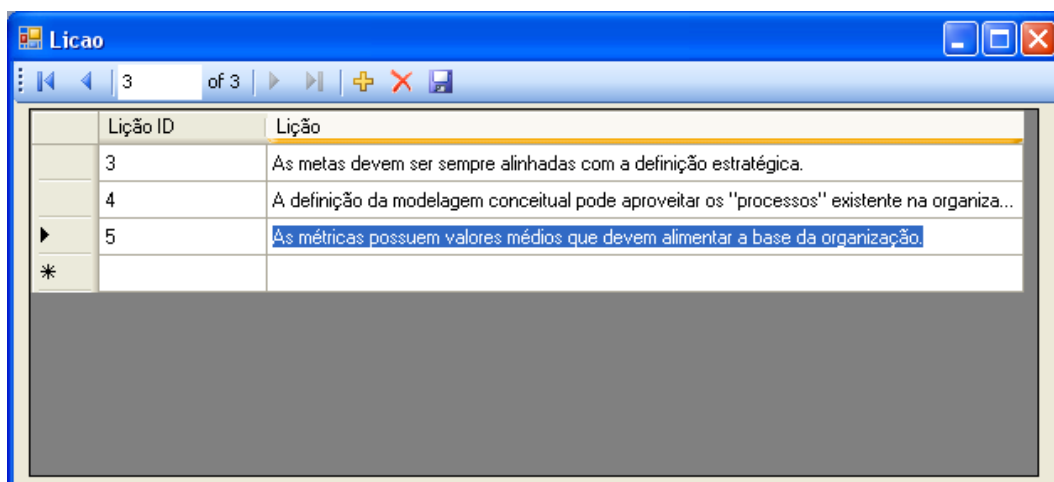


Figura 57 – Atualização da Base de Experiência.

Podemos destacar os seguintes pontos importantes:

- As metas devem ser sempre alinhadas com a definição estratégica;
- A definição da modelagem conceitual pode aproveitar os processos já existentes na organização;
- Devem ser calculados valores médios para a base da organização.

6.8.3. Atividade: Identificar e Implementar Melhorias

Algumas melhorias foram identificadas e implementadas ao longo da aplicação deste processo de medição (Figura 58). Outras melhorias foram identificadas e não foram implementadas por restrição de tempo. Estas melhorias que não puderam ser implementadas estão descritas no item 7.3 como trabalhos futuros.

Melhoria ID	Responsável	Data	Status	Melhoria
1	Gustavo	08/03...	Concluído	Colocar barra de rolagem nos campos
2	Gustavo	08/03...	Concluído	Trocar sequencia de atividades (TOW'S e declaração de visão).
3	Gustavo	08/03...	Concluído	Problemas encontrados no Ajax do combo.
4	Gustavo	10/03...	Não Iniciado	Nem sempre é necessário definir a declaração completamente. Algun
*				

Figura 58 – Identificação e Implementação das Melhorias.

7. Avaliação e Resultados

7.1. Modelo e Método de Avaliação de Processos

Os métodos e modelos de avaliação de processos existentes são muito genéricos e precisam ser personalizados sempre que forem utilizados [Anacleto, 2004]. Dentre estes modelos, podemos destacar a ISO/IEC 15504 que avalia processos tanto no nível de capacidade quando em nível de melhoria de processo [ISO/IEC 15504, 2004].

No contexto de MPEs vários modelos e métodos de avaliação de processos têm sido desenvolvidos baseados na norma internacional ISO/IEC 15504: QuickLocus [Kohan, 2003], FAME [Beitz & Jarvinen, 2000], RAPID [Routz *et al.*, 2000], TOPS [Bucci *et al.*, 2000], SPINI [Makinen *et al.*, 2000] e MARES [Anacleto, 2004].

Para avaliação do processo PROMPES foi utilizado o método proposto pelo MARES por definir processos relevantes para as MPEs e por ser um método específicos e aplicável para MPEs brasileiras [Anacleto, 2004].

O MARES apresenta um modelo de avaliação de processos e um método de avaliação de processos. No modelo de avaliação de processos, a dimensão de melhoria de processos do MARES apresenta um subconjunto de 26 processos descritos pela ISO/IEC 15504 – Versão 2004. Estes processos foram selecionados com base na literatura e na experiência da equipe de desenvolvimento do MARES [Anacleto, 2004].

Dentre estes processos o processo “MAN.6 – Medição” da ISO/IEC 15504 foi incluído no MARES por fazer parte das características mais comuns das MPEs [Anacleto, 2004]. Este processo, como descrito na norma e pelo MARES, tem alguns resultados esperados (Tabela 11) para verificação da conformidade do processo implantado na organização [Anacleto, 2004].

Tabela 11 – Resultados Esperados para o Processo de Medição PROMPES [ISO/IEC 15504, 2004].

Índice	Resultados Esperados
REP1	O comprometimento organizacional é estabelecido e sustentado para implementar as medições
REP2	As necessidades de informação da organização e dos processos principais são identificadas
REP3	Um conjunto apropriado de medidas, guiadas pela necessidade de informação são identificados e/ou desenvolvidas
REP4	Atividades de medição são identificadas e executadas
REP5	Os dados requeridos são coletados, armazenados, analisados e os resultados interpretados
REP6	Produtos de informação são usados para suportar decisões e prover base para a comunicação
REP7	O processo de medição e as medidas são avaliadas e comunicadas para alimentação do processo

Além destes resultados esperados, para avaliar a capacidade do processo, o MARES no modelo de avaliação de processos apresenta uma dimensão de capacidade [Anacleto, 2004].

A dimensão de capacidade do processo é composta por níveis de (0-3) ao invés dos níveis de (0-5) da ISO/IEC 15504 por serem considerados níveis mais condizentes com as características das MPEs que no geral, executam seus processos nos níveis mais baixos de capacidade (Tabela 12) [Anacleto, 2004].

Tabela 12 – Níveis de Capacidade Proposto pelo MARES [ISO/IEC 15504, 2004].

Nível de Capacidade	Característica do Nível
Nível 0 (Incompleto)	Existe uma falha geral na satisfação do propósito do processo.
Nível 1 (Executado)	O propósito do processo é geralmente alcançado. Isto talvez não seja rigorosamente planejado e acompanhado. As pessoas da organização reconhecem que uma ação deve ser executada, e existe uma concordância geral que esta ação deve ser executada e quando isto deve ser feito. Existem produtos de trabalho para o processo e estes produtos evidenciam a satisfação do propósito do processo.

Nível 2 (Gerenciado)	O processo produz produtos de trabalho de acordo com procedimentos específicos e é planejado e acompanhado. Os produtos de trabalho são conforme os padrões e requisitos especificados. A principal distinção deste nível com o Nível Executado é que a execução do processo passa a construir produtos de trabalho que satisfazem os requisitos de qualidade especificados, dentro do cronograma de tempo e dos recursos necessários.
Nível 3 (Estabelecido)	O processo é definido por meio de princípios de engenharia de software e de um processo padrão da organização, que também aprova e disponibiliza os recursos necessários. A principal distinção desse nível em relação ao Nível Gerenciado é que o processo utiliza um processo padrão capaz de atingir os resultados definidos.

Cada nível de capacidade é composto por atributos de processo. Assim, cada nível de capacidade de cada processo é definido em consequência de notas que são atribuídas a cada atributo de processo conforme apresentado pela Tabela 13.

Tabela 13 – Atributos de Processo da ISO/IEC 15504.

Nível de Capacidade	Atributo de Processo
Nível 0 (Incompleto)	Não existem atributos de processo.
Nível 1 (Executado)	AP 1.1 – Atributo de Execução do Processo
Nível 2 (Gerenciado)	AP 2.1 – Atributo de Gerência de Execução AP 2.2 – Atributo de Gerência de Produto de Trabalho
Nível 3 (Estabelecido)	AP 3.1 – Atributo de Definição do Processo AP 3.2 – Atributo de Implementação do Processo

As notas para avaliação dos atributos de processo variam de F = completamente implementado (85% - 100%), L = largamente implementado (50% - 85%), P = parcialmente implementado (25% - 50%), N = não alcançado (0% - 15%) e X = não avaliado ou não pontuado.

Neste trabalho utilizaremos as notas descritas acima para verificar os resultados esperados e não os atributos de processo, pois o objetivo de trabalho é entender do ponto de vista do usuário, como o processo está implantado na organização.

Desta forma, serão utilizadas neste trabalho as atividades definidas pelo MARES: PROC2.1.1 – Aplicar Questionário de Caracterização que consiste na aplicação de um questionário com os resultados esperados aos participantes da execução do processo

PROMPES, PROC3.3.1 – Pontuar Processos que consiste na atribuição de notas (F,L,P,N e X) aos resultados esperados e PROC3.4.3 – Apresentar Resultados da Avaliação que consiste na apresentação dos resultados do PROMPES neste trabalho.

7.2. Resultados do Estudo

As diversas atividades que relatamos aqui relacionadas à aplicação do PROMPES duraram 32 dias, e apesar do baixo tempo de aplicação, vários pontos positivos foram identificados e as vantagens de possuir dados quantitativos para o gerenciamento dos projetos foi bastante assimilada. Assim, espera-se que, com o programa de mensuração implantado na pequena empresa, consiga-se principalmente acompanhar e monitorar o andamento dos projetos em relação a prazo, custo, produtividade e retrabalho.

Como podemos perceber através da Figura 59 o esforço total de aplicação do PROMPES foi de 36 horas. Destas 36 horas, 31 foram gastas na aplicação do processo proposto e 5 horas de treinamentos para melhor entendimento das atividades do PROMPES.

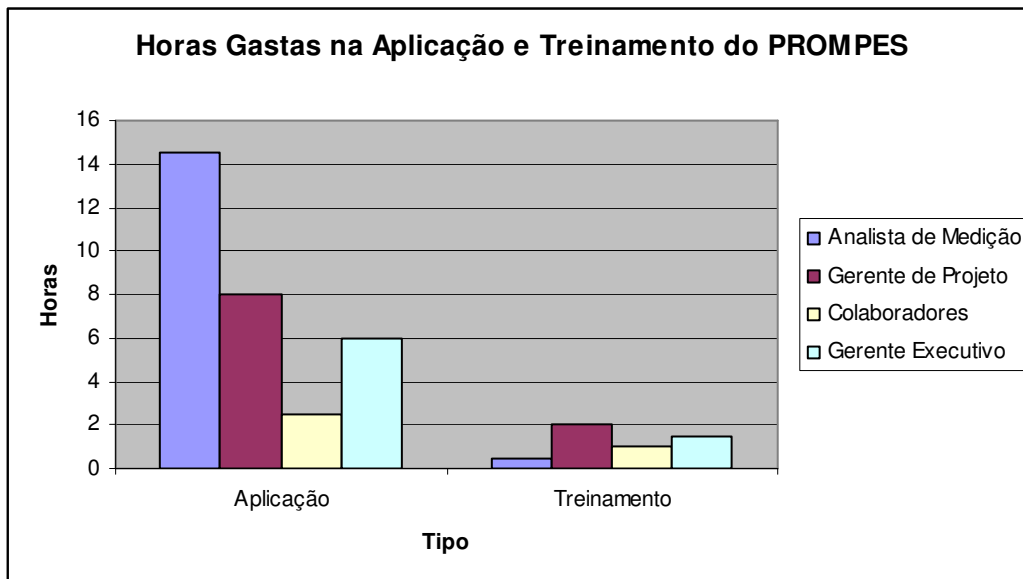


Figura 59 – Horas Realizada na Aplicação e Treinamento do PROMPES.

Para verificar a percepção da ferramenta FAM e do processo PROMPES por parte dos integrantes da pequena empresa estudada, foi solicitado o preenchimento de um questionário por parte de três integrantes (um Gerente Executivo e dois Gerentes de Projeto) descrito pelo Anexo A, que atribuíram notas para cada resultado esperado com relação à aplicação do estudo de caso. Pelo reduzido número de pessoas envolvidas

principalmente nas atividades do PROMPES não é possível fazer uma validação rigorosa do estudo.

O resultado consolidado da apuração dos três questionários enviados é apresentado pela Tabela 14:

Tabela 14 – Notas Médias Atribuídas na Avaliação do Processo de Medição.

Índice	Resultados Esperados	Nota
REP1	O comprometimento organizacional é estabelecido e sustentado para implementar as medições?	L
REP2	As necessidades de informação da organização e dos processos principais são identificados?	F
REP3	Um conjunto apropriado de medidas, guiadas pela necessidade de informação são identificados e/ou desenvolvidas?	F
REP4	Atividades de medição são identificadas e executadas?	F
REP5	Os dados requeridos são coletados, armazenados, analisados e os resultados interpretados?	L
REP6	Produtos de informação são usados para suportar decisões e prover base para a comunicação?	L
REP7	O processo de medição e as medidas são avaliados e comunicados para alimentação do processo?	F

A consolidação dos resultados mostra que os resultados esperados REP1, REP5 e REP6 foram largamente implementados (L), mas não completamente (F).

Em relação ao REP1, foram percebidos alguns problemas relacionados com a conscientização dos colaboradores em registrarem os dados da forma correta e diariamente. Algumas apropriações eram executadas no dia seguinte e isto ocasionou um pequeno problema principalmente nos indicadores SPI e CPI.

Em relação ao REP5, os Gerentes de Projetos não conseguiram realizar uma interpretação dos dados de forma completa em relação ao indicador de produtividade, pois o mesmo levava em consideração o uso da metodologia SWPoints. Foi realizada uma análise superficial deste indicador, porém a interpretação ficou de certo modo um pouco prejudicada.

Em relação ao REP6 o Gerente Executivo considerou que as informações são necessárias para suportar decisões, mas como a aplicação do processo e da ferramenta

só considerou dois projetos da organização, ainda não conseguiram tomar nenhuma decisão na qual mudassem o rumo ou objetivos de negócio da mesma.

Como o processo de medição PROMPES foi aplicado em um escopo reduzido de dois projetos, não se pode fazer uma análise detalhada e estatística sobre os benefícios atingidos. À medida que mais projetos forem submetidos à aplicação do PROMPES, esta avaliação será melhorada.

8. Conclusões

8.1. Contribuições

A medição é essencial em muitas atividades do processo de melhoria contínua das organizações [Kilpi, 2001]. As medições e seus programas são fundamentais para a melhoria do processo de software e conseqüentemente para a qualidade do produto final. Além disso, sem elas, é difícil saber o quanto de esforço será necessário para mudar ou adaptar o processo [Kautz, 1999].

Neste trabalho foram abordados os principais conceitos envolvidos no estabelecimento de programas de medição para MPEs. A principal contribuição foi a apresentação de uma infra-estrutura para aplicação de um processo de medição para micro e pequenas organizações de software. Mais especificamente o processo PROMPES e a ferramenta FAM que dá suporte à execução do PROMPES.

Foi elaborado um estudo de caso preliminar aplicando o processo PROMPES e a ferramenta FAM em uma pequena empresa de desenvolvimento de software. No contexto deste estudo de caso os principais resultados foram:

- Apresentação de uma proposta de mensuração personalizada e adaptada para MPEs;
- Baixa customização no processo original para adequação e aplicação na MPE estudada;
- Apresentação de uma infra-estrutura de baixo esforço e com grandes benefícios para as MPEs;
- Auxílio na percepção da importância e necessidade de modelos de processos, uma vez que as MPEs possuem geralmente um processo de software informal;
- Melhor monitoramento e transparência dos projetos através da mensuração;
- Melhor entendimento por parte dos colaboradores no modelo de negócio da organização;

Como contribuições, este trabalho apresenta:

- Um modelo de medição para aplicação de um programa de mensuração em MPEs com atividades bem definidas;
- Uma ferramenta de apoio às fases de planejamento, coleta e armazenamento dos indicadores;
- Uma nova abordagem de alinhamento das medidas com os objetivos estratégicos das organizações através do uso combinado de PSM e MPN;
- Aplicação prática da infra-estrutura proposta em uma MPE;

8.2. Lições Aprendidas

Durante a realização do trabalho, foram identificados os seguintes pontos de melhoria e aprendizado:

- O entendimento das medidas coletadas e suas variações podem trazer novas medidas a serem coletadas;
- Implementar um programa de medição ao longo do tempo pode representar melhorias mais interessantes para as MPEs;
- O programa de medição deve ser claro para os envolvidos. Os envolvidos devem entender o porquê e quais dados estão sendo coletados e como estão sendo usados;
- Gerentes de projeto devem participar ativamente na instanciação dos programas de medição propostos;
- A utilização de ferramentas para automatização do processo de medição é de suma importância.

8.3. Trabalhos Futuros

Essa seção apresenta alguns trabalhos nesta área de pesquisa, indicando algumas possíveis melhorias e complementações que podem torná-lo mais adequado para a realidade do acompanhamento de projetos de software nas MPEs.

Os seguintes trabalhos podem ser realizados a fim de complementar este trabalho, como:

- Integração de outras áreas da Modelagem de Processo de Negócio com o programa proposto;
- Inclusão de novas funcionalidades de coleta, extração e análise dos dados automatizados;
- Armazenamento das medidas e não somente dos indicadores na FAM;
- Comparação do uso de PSM e MPN com PSM e BSC;
- Comparação do uso do PROMPES/FAM com o GQMLightWeight [Wangenheim *et al.*, 2003] aplicado em um maior número de empresas;
- Aplicação do programa proposto em outras MPEs para uma validação estatística do trabalho;
- Construção da ferramenta utilizando suporte de *workflow* para dar melhor suporte a execução do processo proposto;

8.4. Considerações Finais

O acompanhamento e visibilidade dos projetos são entendidos, como um dos principais fatores de sucesso das empresas. Assim, as organizações de desenvolvimento de software devem buscar cada vez mais atingir os objetivos dentro do prazo, custos e qualidade acordados. Para conseguir esses objetivos, programas de mensuração estão se consolidando como boa prática para a garantia de qualidade do processo e do produto.

Este trabalho apresentou que a aplicação de um processo de medição pode ser realizada e implementada em MPEs sem a necessidade de grande esforço. Este esforço pode ser reduzido se a implantação destes processos for realizada por profissionais com experiência na área de mensuração munidos de ferramentas automatizadas que dêem suporte as várias etapas definidas pelo processo.

Este esforço pode ser reduzido ainda mais à medida que os envolvidos perceberem que as atividades de medição não objetivam monitorar o seu trabalho, mas sim obter dados quantitativos e qualitativos que demonstrem a real situação dos projetos da organização.

Referências Bibliográficas

[Anacleto, 2001] Anacleto, A. 2001. *Modelo de Mensuração para Gerência de Projetos em Micro-Empresas de Software*. Monografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Dezembro, 2001.

[Anacleto, 2004] Anacleto, A. 2004. *Método e Modelo de Avaliação Para Melhoria de Processos de Software em Micro e Pequenas Empresas*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Novembro, 2004.

[Anacleto & Wangenheim, 2002] Anacleto, A., & Wangenheim, C. G. V. 2002. Aplicando Mensuração em Microempresas de Software para Suporte da Gerência de Projetos. *Pages 165–172 of: I Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2002, Gramado, Brasil.*

[Anacleto et al., 2002] Anacleto, A., Wangenheim, C. G. V., & Hammes, J. F. 2002. Mensuração para Suporte da Gerência de Projetos em uma Micro Empresa de Software. *In: XIII Conferência Internacional de Qualidade de Software, 2002, Curitiba, Brasil.*

[Baker et al., 1990] Baker, A. L., Bieman, J. M., Fenton, N., Gustafson, D. A., Melton, A., & Whitty, R. 1990 (July). A Philosophy for Software Measurement. *Pages 277–281 of: Journal of Systems and Software, 1990, vol. 12.*

[Basili et al., 1994a] Basili, V., Caldiera, G., & Rombach, H. 1994a. The Goal Question Metric Approach. *Pages 646–661 of: Encyclopedia of Software Engineering.*

[Basili et al., 1994b] Basili, V., Caldiera, G., & Rombach, H. 1994b. Goal Question Metric Paradigm. *Pages 528–532 of: Encyclopedia of Software Engineering.*

[Basili et al., 2007] Basili, V., Heidrich, J., Lindvall, M., Munch, J., Regardie, M., & Trendowicz, A. 2007. GQM+ Strategies - Aligning Business Strategies with Software Measurement. *Pages 488–490 of: I International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ESEM, 2007.*

[Basili, 1992] Basili, V. R. 1992. *Software Modeling and Measurement: The Goal/Question/Metric Paradigm*. UMIACS-TR-92-96. University of Maryland, 1992.

[Batista, 2005] Batista, G. F. 2005. *Programa de Medição para Organizações de Alta Maturidade*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual e Campinas, UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2005.

[Becker & Bostelman, 1999] Becker, S. A., & Bostelman, M. L. 1999. Aligning Strategic and Project Measurement Systems. *Pages 46–51 of: IEEE Software, 1999, vol. 16.*

[Beitz & Jarvinen, 2000] Beitz, A., & Jarvinen, J. 2000. *Is Your Assessment Fit For Purpose?*. Fraunhofer Institut Experimentelles Software Engineering, 2000.

- [Borges, 2003] Borges, E. P. 2003. *Um Modelo de Medição para Processos de Desenvolvimento de Software*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Março, 2003.
- [Bucci *et al.*, 2000] Bucci, G., Campanai, M., & Cignoni, G. A. 2000. Rapid Assessment To Solicit Process Improvement in SMEs. *In: EuroSPI, 2000*.
- [Card, 2003] Card, D. N. 2003. Integrating Practical Software Measurement and The Balanced Scorecard. *Pages 362–367 of: XXVII Annual International Computer Software and Applications Conference, 2003, Dallas, Texas, USA*.
- [Carmel & Bird, 1997] Carmel, E., & Bird, B. J. 1997. Small is Beautiful: A Study of Packaged Software Development Teams. *Pages 129–148 of: Journal of High Technology Management Research, 1997*, vol. 8.
- [Clark, 2002] Clark, B. 2002 (September/October). Eight Secrets of Software Measurement. *Pages 12–14 of: IEEE Software, 2002*, vol. 19.
- [Crosby, 1979] Crosby, P. B. 1979. *Quality is Free*. McGraw-Hill.
- [Cukier, 2008] Cukier, J. 2008. Problemas de PYMES en el Nivel 2 de Madurez. *In: V SEPLA, Mar Del Plata, Argentina, 2008*.
- [Daskalantonakis, 1992] Daskalantonakis, M. K. 1992 (November). A Practical View of Software Measurement and Implementation Experiences Within Motorola. *Pages 998–1010 of: IEEE Transactions on Software Engineering, 1992*, vol. 18.
- [Díaz-Ley *et al.*, 2007a] Díaz-Ley, M., García, F., & Piattini, M. 2007a. Implementing Software Measurement Programs in Non mature Small Settings. *Pages 154–167 of: Lecture Notes in Computer Science, 2007*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 4895. Springer.
- [Díaz-Ley *et al.*, 2007b] Díaz-Ley, M., G., Carballeira F., & Piattini, M. 2007b. Software Measurement Programs in SMEs - Defining Software Indicators: A Methodological Framework. *Pages 247–261 of: Münch, Jürgen, & Abrahamsson, Pekka (eds), Lecture Notes in Computer Science, 2007*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 4895. Springer.
- [Díaz-Ley *et al.*, 2008] Díaz-Ley, M., García, F., & Piattini, M. 2008. MIS-PyME Software Measurement Maturity Model Supporting the Definition of Software Measurement Programs. *In: IX International Conference on Product-Focused Software Process Improvement, 2008, Monte Porzio Catone, Italy*.
- [Dekkers & McQuaid, 2002] Dekkers, C. A., & McQuaid, P. A. 2002 (March/April). The Dangers of Using Software Metrics to (Mis)Manage. *Pages 24–30 of: IEEE IT Professional, 2002*, vol. 4 issue 2.
- [Demarco, 1982] Demarco, T. 1982. *Controlling Software Projects: Management Measurement and Estimation*. Prentice Hall.
- [EPF, 2008] EPF, . 2008. *Eclipse Process Framework*. <http://www.eclipse.org/epf>.

- [Eriksson & Penker, 2000] Eriksson, H., & Penker, M. 2000. *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*. John Wiley & Sons Ltd.
- [Fayad *et al.*, 2000] Fayad, M. E., Laitinen, M., & Ward, R. P. 2000. Software Engineering in the Small. *Pages 115–118 of: Communications of the ACM, 2000*, vol. 43.
- [Fenton, 1994] Fenton, N. E. 1994 (March). Software Measurement: A Necessary Scientific Basis. *Pages 199–206 of: IEEE Transactions on Software Engineering, 1994*, vol. 20.
- [Fenton & Neil, 2000] Fenton, N. E., & Neil, M. 2000. Software Metrics: Roadmap. *Pages 357–370 of: XXII International Conference on Software Engineering, Limerick, Ireland, 2000*.
- [Fenton & Pfleeger, 1997] Fenton, N. E., & Pfleeger, S.L. 1997. *Software Metrics – A Rigorous & Practical Approach*. Course Technology.
- [Ferreira *et al.*, 2007] Ferreira, A. I. F., Santos, G., Cerqueira, R., Montoni, M., Barreto, A., Barreto, A. O. S., & Rocha, A. R. 2007. Applying ISO 9001: 2000, MPS.BR and CMMI to Achieve Software Process Maturity: BL Informatica's Pathway. *Pages 642–651 of: XXIX International Conference on Software Engineering, 2007, Washington, DC, USA*.
- [França *et al.*, 1999] França, L., Staa, V., & Fonte, H. 1999. Um Modelo de Classes para Ambiente de Geração de Programas de Medição de Software Baseado na Web. *Pages 225–237 of: XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 1999, Florianópolis, Brasil*.
- [Garcia, 2005] Garcia, S. 2005. Thoughts in Applying CMMI in Small Settings. *In: Improving Processes in Small Settings, 2005*.
- [Garcia *et al.*, 2004] Garcia, S., Cepeda, S., Staley, M., & Miluk, G. 2004. CMMI as an Improvement Enabler in (at least some!) Small Settings. *In: SEI - CMMI Technology Conference and User Group, November, 2004*.
- [Goethert & Fisher, 2003] Goethert, W., & Fisher, M. 2003. *Deriving Enterprise-Based Measures Using the Balanced Scorecard and Goal-Driven Measurement Techniques*. Tech. rept. SEI - Software Engineering Institute.
- [Goldenson *et al.*, 2003] Goldenson, D., Jarzombek, J., & Rout, T. 2003. Measurement and Analysis in Capability Maturity Model Integration Models and Software Process Improvement. *Pages 20–24 of: The Journal of Defense Software Engineering, June, 2003*.
- [Gopal *et al.*, 2002] Gopal, A., Krishnan, M. S., Mukhopadhyay, T., & Goldenson, D. R. 2002. Measurement Programs in Software Development: Determinants of Success. *Pages 863–875 of: IEEE Transactions of Software Engineering, 2002*, vol. 28.
- [Gopal *et al.*, 2005] Gopal, A., Mukhopadhyay, T., & Krishnan, M.S. 2005. The Impact of Institutional Forces on Software Metrics Programs. *Pages 679–694 of: IEEE Transactions of Software Engineering, 2005*, vol. 31.
- [Grady, 1994] Grady, R. B. 1994 (September). Successfully Applying Software Metrics. *Pages 18–25 of: IEEE Computer, 1994*, vol. 27.

- [Guerrero & Eterovic, 2004] Guerrero, F., & Eterovic, Y. 2004. Adopting the SW-CMM in a Small IT Organization. *Pages 29–35 of: IEEE Software, 2004*, vol. 21.
- [Hall & Fenton, 1997] Hall, T., & Fenton, N. E. 1997 (March/April). Implementing Effective Software Metrics Programs. *Pages 55–65 of: IEEE Software, 1997*, vol. 14.
- [Herbsleb & Grinter, 1998] Herbsleb, J. D., & Grinter, R. E. 1998. Conceptual Simplicity Meets Organizational Complexity: Case Study of a Corporate Metrics Program. *Pages 271–280 of: XX International Conference on Software Engineering, 1998, Kyoto, Japan*.
- [Herndon & Salars, 2005] Herndon, M., & Salars, S. 2005. Two Case Studies in Implementing Model Based Process Improvement in Small Organizations. *Pages 1–9 of: First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, 2005*.
- [Horvat & Györkös, 2000] Horvat, R.V., I. Rozman, & Györkös, J. 2000. Managing the Complexity of SPI in Small Companies. *Pages 45–54 of: Software Process: Improvement and Practice. 2000*, vol. 5.
- [Humphrey, 1989] Humphrey, W. S. 1989. *Managing the Software Process*. Addison-Wesley.
- [IEEE 1998, 1998] IEEE 1998, . 1998. *IEEE-1061: Standard for a Software Quality Metrics Methodology*.
- [ISO/IEC 12207, 2002] ISO/IEC 12207, . 2002. *ISO/IEC 12207 - Information Technology – Amendment to ISO/IEC 12207*.
- [ISO/IEC 15504, 2004] ISO/IEC 15504, . 2004. *ISO/IEC 15504 - Information Technology - Process Assessment*.
- [ISO/IEC 15939, 2007] ISO/IEC 15939, . 2007. *ISO/IEC 15939 - Information Technology — Software Engineering — Software Measurement Process*.
- [Júnior & Nunes, 2007] Júnior, P. R. G., & Nunes, D. J. 2007. APSEE-Metrics: Um Modelo para Mensuração em Processos de Software. *Pages 67–74 of: INFOCOMP Journal of Computer Science, 2007*, vol. 6.
- [Kaplan & Norton, 1992] Kaplan, R., & Norton, D. 1992. *The Balanced Scorecard Measures That Drive Performance*. Harvard Business Review.
- [Kautz, 1999] Kautz, K. 1999 (March/April). Making Sense of Measurement for Small Organizations. *Pages 14–20 of: IEEE Software, 1999*, vol. 16.
- [Kettelerij, 2006] Kettelerij, R. 2006. *Designing a Measurement Programme For Software Development Projects*. M.Phil. thesis, Universiteit Van Amsterdam, 2006.
- [Kilpi, 2001] Kilpi, T. 2001 (November/December). Implementing a Software Metrics Program at Nokia. *Pages 72–77 of: IEEE Software, 2001*, vol. 18.

- [Kitchenham *et al.*, 1995] Kitchenham, B., Pfleeger, S.L., & Fenton, N. 1995. Towards a Framework for Software Measurement Validation. *Pages 929–944 of: IEEE Transactions on Software Engineering, 1995*, vol. 21 issue 12.
- [Kohan, 2003] Kohan, S. 2003. *QuickLocus: Proposta de um Método de Avaliação de Processo de Desenvolvimento de Software em Pequenas Organizações*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.
- [Kulpa & Johnson, 2003] Kulpa, M. K., & Johnson, K. A. 2003. *Interpreting the CMMI: A Process Improvement Approach*. Auerbach Publications.
- [Latum *et al.*, 1998] Latum, F., Soligen, R., Oivo, M., Hoisl, B., Rombach, D., & Ruhe, G. 1998 (January/February). Adopting GQM-Based Measurement in an Industrial Environment. *Pages 78–86 of: IEEE Software, 1998*, vol. 15 issue 1.
- [Lavaeza, 2000] Lavaeza, L. 2000. Providing Automated Support for the GQM Measurement Process. *Pages 56–62 of: IEEE Software, 2000.*, vol. 17 issue 3.
- [Lavazza & Barresi, 2005] Lavazza, L., & Barresi, G. 2005. Automated Support for Process-aware Definition and Execution of Measurement Plans. *Pages 234–243 of: XXVII International Conference on Software Engineering, 2005, St. Louis, MO, USA*.
- [Lim, 1994] Lim, W.C. 1994 (September). Effects of Reuse on Quality, Productivity, and Economics. *Pages 23–30 of: IEEE Software, 1994*, vol. 11 issue 5.
- [Lucero, 1997] Lucero, D. S. 1997. Software Measurement in the U.S. Army. *Pages 589–590 of: XXI Conference on Computer Software and Applications, 1997, Washington, DC, USA*.
- [Makinen *et al.*, 2000] Makinen, T., Varkoi, T., & Lepasaar, M. 2000. A Detailed Process Assessment Method for Software SMEs. *In: EuroSPI, 2000*.
- [McCaffery *et al.*, 2007] McCaffery, F., Taylor, P., & Coleman, G. 2007. Adept: A Unified Assessment Method for Small Software Companies. *Pages 24–31 of: IEEE Software, 2007*, vol. 42 issue 1.
- [McGarry *et al.*, 2002] McGarry, J., Card, D., Jones, C., Layman, B., Clark, E., Dean, J., & Hall, F. 2002. *Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers*. Addison-Wesley.
- [MCT, 2005] MCT. 2005. *A Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro*. Tech. rept. Ministério de Ciência e Tecnologia, 2005, <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4495.html>.
- [MCT, 2006] MCT. 2006. *Qualificação CMM e CMMI no Brasil*. Tech. rept. Ministério de Ciência e Tecnologia, 2006.
- [Mens & Demeyer, 2001] Mens, T., & Demeyer, S. 2001. Future Trends in Software Evolution Metrics. *Pages 83–86 of: IV International Workshop on Principles of Software Evolution, 2001, New York, NY, USA*.

- [Offen & Jeffery, 1997] Offen, R.J., & Jeffery, R. 1997 (March/April). Establishing Software Measurement Programs. *Pages 45–53 of: IEEE Software, 1997*, vol. 14 issue 2.
- [Oktaba, 2006] Oktaba, H. 2006. MoProSoft: A Software Process Model for Small Enterprises. *Pages 93–101 of: 1 International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, Pittsburgh, Carnegie Mellon University, 2006.*
- [Oliveira et al., 2006] Oliveira, J. M. M., Oliveira, K. B., & Dias, A. B. 2006. Measurement Process: A Mapping Among CMMI-SW, ISO/IEC 15939, IEEE Std 1061, Six Sigma and PSM. *Pages 810–815 of: International Conference on Service Systems and Service Management, 2006*, vol. 1.
- [OMG, 2008] OMG, . 2008. *Software Process Engineering Meta-Model, Version 2.0.*
- [Park et al., 1996] Park, R. E., Goethert, W. B., & Florac, W. A. 1996. *Goal-Driven Software Measurement: a Guidebook.* <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.hb.002.html>: Carnegie Mellon University.
- [Paula Filho, 2003] Paula Filho, W. P. 2003. *Engenharia de Software : Fundamentos, Métodos e Padrões.* LTC.
- [Pfleeger, 1999] Pfleeger, S. L. 1999. Understanding and Improving Technology Transfer in Software Engineering. *Pages 111–124 of: Journal of Systems and Software, 1999.*, vol. 47.
- [Pfleeger, 1993] Pfleeger, S.L. 1993 (May). Lessons Learned In Bulding a Corporate Metrics Program. *Pages 67–74 of: IEEE Software, 1993*, vol. 10.
- [Pfleeger & Rombach, 1994] Pfleeger, S.L., & Rombach, H. 1994 (July). Measurement Based Process Improvement. *Pages 8–11 of: IEEE Software, 1994*, vol. 11.
- [Pfleeger et al., 1997] Pfleeger, S.L., Jeffery, R., Curtis, B., & Kitchenham, B. 1997 (March/April). Status Report on Software Measurement. *Pages 33–43 of: IEEE Software, 1997*, vol. 14.
- [Pino et al., 2009] Pino, F. J., Garcia, F., & Piattini, M. 2009. Key Processes to Start Software Process Improvement in Small Companies. *Pages 509–516 of: Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing, Honolulu, Hawaii, 2009.*
- [PMI, 2004] PMI. 2004. *A Guide to Project Management Body of Knowledge - PMBOK Guide.* Project Management Institute.
- [Pressman, 2006] Pressman, R. S. 2006. *Software Engineering.* McGraw-Hill.
- [Revankar et al., 2005] Revankar, A., Raghavendr, M., & Nallagonda, V. M. 2005. Accelerated Process Improvements for Small Settings. *In: First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, 2005.*
- [Richardson & Wangenheim, 2007] Richardson, I., & Wangenheim, C. G. 2007. Why Are Small Software Organizations Different? *Pages 18–22 of: IEEE Software, 2007*, vol. 24.

[Routz *et al.*, 2000] Routz, A. P., Tuffley, B. Cahill, & Hodgen, B. 2000. The Rapid Assessment of Software Process Capability. *In: SPICE, 2000.*

[Schneider *et al.*, 2004] Schneider, L., Santos, G., Montoni, M., & Rocha, A. 2004. Uma Abordagem para Medição e Análise em Projetos de Desenvolvimento de Software. *In: III Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2004, Brasília, DF, Brasil.*

[Scotto *et al.*, 2004] Scotto, M., Sillitti, A., Succi, G., & Vernazza, T. 2004. A Relational Approach to Software Metrics. *Pages 1536–1540 of: ACM Symposium on Applied Computer, 2004, Nicosia, Cyprus.*

[SEBRAE, 2004] SEBRAE. 2004. *Fatores Condicionantes e Taxa de Mortalidade de Empresas no Brasil.* Tech. rept. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

[SEI, 2006] SEI. 2006. *CMMI® for Development, Version 1.2.* Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, Pittsburgh.

[Softex, 2007] Softex. 2007. MPS.BR - *Guia de Implementação – Parte 2 – versão 1.1.* Disponível em: http://www.softex.br/portal/mpsbr/_guias/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_2_V1.1.pdf.

[Soligen & Berghout, 1999] Soligen, R., & Berghout, E. 1999. *The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development.* McGraw-Hill.

[Sommerville, 1996] Sommerville, I. 5 ed. 1996. *Software Engineering.* Addison-Wesley.

[Statz, 1999] Statz, J. 1999. Practical Software Measurement. *In: International Conference on Software Engineering, 1999, Los Angeles, CA, USA.*

[Sutton, 2000] Sutton, Stanley M. 2000 (July/August). The Role of Process in a Software Start-up. *Pages 33–39 of: IEEE Software, 2000, vol. 17.*

[Teodora & Izaskun, 2008] Teodora, B., & Izaskun, S. 2008. El por qué de la mejora en distintas áreas de las PYMEs. *In: SPEG Latin America, Mar Del Plata, Argentina, 2008.*

[The Standish Group, 2001] The Standish Group, . 2001. *Micro Projects Cause Constant Change.* Tech. rept. The Standish Group.

[Thiry *et al.*, 2006] Thiry, M., Wangenheim, C., Zoucas, A., & Pickler, K. 2006. Uma Abordagem para a Modelagem Colaborativa de Processos de Software em Micro e Pequenas Empresas. *Pages 189–202 of: V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2006, Vila Velha, ES, Brasil.*

[Vasques, 2005] Vasques, R. 2005. O Que Significa Afinal Altos Níveis de Maturidade? (BSC, CMMI e Seis Sigma). *In: VII Simpósio Internacional de Melhoria de Processos de Software, 2005, São Paulo, SP, Brasil.*

- [Viveiros, 2006] Viveiros, S. P. 2006. *Um Estudo para a Utilização do Método QFD na Definição de Medidas de Qualidade de Produtos de Software*. M.Phil. thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Junho, 2006.
- [Wangenheim *et al.*, 1996] Wangenheim, C, Rombach, H. D., & Ruhe, G. 1996. A Practical Approach for Building GQM-Based Measurement Programs - Lessons Learned from Three Industrial Case Studies. *In: X Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 1996, São Carlos, SP, Brasil*.
- [Wangenheim *et al.*, 2003] Wangenheim, C., Punter, T., & Anacleto, A. 2003. Software Measurement for Small and Medium Enterprises - A Brazilian-German View on Extending the GQM Method. *Pages 200–210 of: XII Internacional Conference on Empirical Assessment in Software Engineering, Keele, UK, 2003*.
- [Wangenheim *et al.*, 2006a] Wangenheim, C., Weber, S., Hauck, J., & Trentin, G. 2006a (September). Experiences on Establishing Software Processes in Small Companies. *Pages 890–900 of: Information and Software Technology, 2006, vol. 48*.
- [Wangenheim *et al.*, 2006b] Wangenheim, C. G. V., Anacleto, A., & Salviano, C. 2006b (January/February). Helping Small Companies Assess Software Processes. *Pages 91–98 of: IEEE Software, 2006, vol. 23*.
- [Weber *et al.*, 2005] Weber, S., Hauck, J., & Wangenheim, C. 2005. Estabelecendo Processos de Software em Micro e Pequenas Empresas. *Pages 1–16 of: IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2005, Porto Alegre, RS, Brasil*.
- [Weller, 1994] Weller, E.F. 1994 (September). Using Metrics to Manage Software Projects. *Pages 27–33 of: Computer, 1994, vol. 27*.
- [Zambalde & Pádua, 2005] Zambalde, A. L., & Pádua, C. I. 2005. *O Documento Científico em Ciência da Computação - Suas Partes e sua Redação: Estudo e Análise em uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES)*. Tech. rept.
- [Zubrow, 2001] Zubrow, D. 2001. Putting 'M' in the Model: Measurement and CMMI. *In: Software Technology Conference. Salt Lake City, 2001*.

Anexo A

Questionário – Dissertação de Mestrado

Nome:

Cargo:

Data:

Notas - Explicação:

F = completamente implementado (85% - 100%)

L = largamente implementado (50% - 85%)

P = parcialmente implementado (25% - 50%)

N = não alcançado (0% - 15%)

X = não avaliado ou não pontuado.

Índice	Resultados Esperados	Nota
REP1	O comprometimento organizacional é estabelecido e sustentado para implementar as medições?	
REP2	As necessidades de informação da organização e dos processos principais são identificados?	
REP3	Um conjunto apropriado de medidas, guiadas pela necessidade de informação são identificados e/ou desenvolvidas?	
REP4	Atividades de medição são identificadas e executadas?	
REP5	Os dados requeridos são coletados, armazenados, analisados e os resultados interpretados?	
REP6	Produtos de informação são usados para suportar decisões e prover base para a comunicação?	
REP7	O processo de medição e as medidas são avaliados e comunicados para alimentação do processo?	