



Fundação Edson Queiroz
Universidade de Fortaleza – UNIFOR
Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – VRPPG
Mestrado em Informática Aplicada – MIA

SOLANGE ALCÂNTARA ARAÚJO

**UMA ABORDAGEM PARA CONSTRUÇÃO DO
REPOSITÓRIO DE MEDIDAS EM ORGANIZAÇÕES DE
SOFTWARE**

Fortaleza – Ceará

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

SOLANGE ALCÂNTARA ARAÚJO

**UMA ABORDAGEM PARA CONSTRUÇÃO DO
REPOSITÓRIO DE MEDIDAS EM ORGANIZAÇÕES DE
SOFTWARE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Informática Aplicada, da Universidade de Fortaleza – UNIFOR, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Informática Aplicada.

Orientador: Prof. Arnaldo Dias Belchior, D.Sc.
(*In Memoriam*)

Co-orientador: Nabor das Chagas Mendonça, Ph.D.

Fortaleza
Universidade de Fortaleza – UNIFOR
2008

FORTALEZA, CE – Brasil

Junho de 2008

ARAÚJO, Solange Alcântara

Uma abordagem para construção do repositório de medidas em organizações de software

[Fortaleza] 2008

xi, 82. 29,7 cm (MIA/UNIFOR),

M.Sc., Engenharia de Software, 2008

Dissertação – Universidade de Fortaleza, MIA

1. Repositório de Medidas
2. Repositório Organizacional de Medidas
3. Métricas
4. Medição de Software

I. MIA/UNIFOR II. TÍTULO (série)

Dedico este trabalho ao meu orientador.

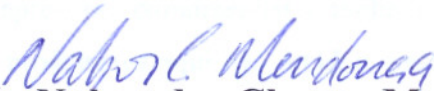
Solange Alcântara Araújo

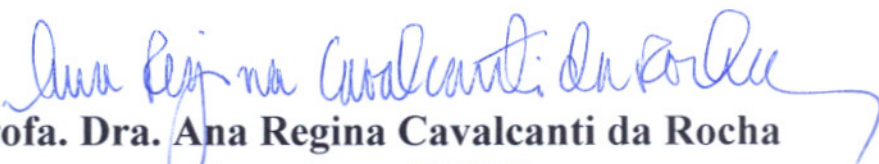
**Uma Abordagem para Construção do Repositório de Medidas em
Organizações de Software**

Data de Aprovação: 20/06/2008

Banca Examinadora:

Orientador: Prof. Arnaldo Dias Belchior, D.Sc. (In Memorium)


Prof. Dr. Nabor das Chagas Mendonça
(co-orientador – UNIFOR)


Profa. Dra. Ana Regina Cavalcanti da Rocha
(membro – UFRJ)


Prof. Dr. Pedro Porfirio Muniz Farias
(membro – UNIFOR)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Arnaldo Dias Belchior, pela grande pessoa, amigo e profissional que ele foi (*In Memoriam*).

À professora Ana Regina e ao professor Pedro Porfírio, pela participação na banca examinadora.

Ao professor Nabor das Chagas Mendonça, que tão gentilmente tem me ajudado como co-orientador.

Ao professor Adriano Bessa pela preciosa ajuda.

Aos meus pais, Raimunda e Lemes, por tudo o que sou, pelo amor e dedicação que sempre tiveram comigo e com os meus irmãos Suely, Sandra, Selene e Sérvulo.

Ao meu marido, Daniel, pelos muitos anos de amor e incentivo nos momentos difíceis.

Aos nossos filhos Bruno e Gabriela, pela felicidade que eles me dão a cada dia.

Ao Instituto Atlântico, por haver me propiciado a aplicação prática deste trabalho, em especial, a Carlo Giovano e Fabiana, pelo muito que me ensinaram durante o período em que lá trabalhei.

A Márcia e Tatiana, pela grande amizade, dedicação, disponibilidade nas revisões finais deste trabalho, e pelo aprendizado que me proporcionaram.

À Tânia, Adriana e Taciana, secretárias do Mestrado em Informática Aplicada, pela atenção, paciência e presteza.

À direção local da Dataprev, por compreender a minha dedicação ao mestrado.

Aos demais amigos e professores aqui não citados, mas que certamente foram importantíssimos para a conclusão deste trabalho.

A Deus, pela vida, pelo amor incondicional e pelos desafios que traz para mim.

Resumo da Dissertação apresentada ao MIA/UNIFOR como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Informática Aplicada

**UMA ABORDAGEM PARA CONSTRUÇÃO DO REPOSITÓRIO DE
MEDIDAS EM ORGANIZAÇÕES DE SOFTWARE**

Solange Alcântara Araújo

Junho de 2008

Orientador: Arnaldo Dias Belchior

Programa: Informática Aplicada

É importante que as estimativas de custo, tamanho, esforço, prazo ou qualidade estabelecidas para os projetos e/ou produtos de uma organização de software sejam factíveis e que os compromissos assumidos pela organização possam ser acompanhados. A implantação de um programa de medição e análise em organizações de software dá o suporte a estas atividades, além de auxiliar na determinação de tendências, identificação de riscos, acompanhamento de problemas e melhoria do desempenho dos processos e da qualidade dos produtos. A institucionalização de um programa de medição e análise em uma organização requer um repositório de medidas, onde são armazenados os dados resultantes das atividades de medição e análise.

Este trabalho apresenta os requisitos para a estruturação de um repositório organizacional de medidas, fundamentado nos modelos CMMI e MPS.BR, e propõe uma abordagem para a construção de repositório de medidas que atendem a estes requisitos. Como exemplo de uso da abordagem, foi elaborado o repositório de medidas em uma organização de software, sendo alimentado com dados oriundos de cerca de oitenta projetos. A organização foi posteriormente avaliada como CMMI nível 3.

Abstract of Dissertation presented to MIA/UNIFOR as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Applied Informatics.

**AN APPROACH FOR THE CONSTRUCTION OF THE
MEASUREMENT REPOSITORY IN SOFTWARE ORGANIZATIONS**

Solange Alcântara Araújo

Junho de 2008

Advisor: Arnaldo Dias Belchior

Program: Applied Informatics

It is important that estimates related to cost, size, effort, time and quality of the projects and/or products of a software organization be feasible, and that that organization's commitments towards those estimates can be properly monitored. Implementing a measurement and analysis program in a software organization helps to support these activities, in addition to aid in determining trends, identifying risks, monitoring problems, and improving process performance and product quality. The institutionalization of a measurement and analysis program requires the construction of a measurement repository to store measurement data resulting from the measurement and analysis activities.

This work presents the requirements for the creation of an organizational measurement repository based on the CMMI and MPS.BR maturity models, and proposes an approach for the construction of measurement repositories that satisfy those requirements. As an example of use of the approach, an organizational measurement repository based on the approach has been defined for an existing software organization, which has been used to store measurement data from about 80 projects. That organization has later been successfully evaluated as CMMI level 3.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 Motivação | 12 |
| 1.2 Objetivos | 13 |
| 1.3 Trabalhos Publicados..... | 14 |
| 1.4 Organização do Texto | 14 |
| CAPÍTULO 2 MEDIÇÃO E ANÁLISE..... | 16 |
| 2.1 Conceitos: Medição, Métrica, Medida e Indicador | 16 |
| 2.2 Por Quê Medir..... | 18 |
| 2.3 Modelos e Padrões..... | 19 |
| 2.3.1 GQM | 20 |
| 2.3.2 GDSM | 22 |
| 2.3.3 Medição e Análise no PSM e na ISO/IEC 15939 | 24 |
| 2.3.4 MPS.BR | 28 |
| 2.3.4.1 Medição no MPS.BR | 29 |
| 2.3.5 CMMI..... | 30 |
| 2.3.5.1 Medição e Análise no CMMI | 32 |
| 2.3.5.2 Medição no Nível 2 do CMMI..... | 33 |
| 2.3.5.3 Medição no Nível 3 do CMMI..... | 36 |
| 2.4 MMR | 39 |
| 2.5 Conclusão | 40 |
| CAPÍTULO 3 PROPOSTA DE UM REPOSITÓRIO DE MEDIDAS PARA OS NÍVEIS 2 E 3 DO CMMI | 41 |
| 3.1 Requisitos e Repositório de Medidas para o Nível 2 do CMMI..... | 41 |
| 3.1.1 Plano de Medição..... | 44 |
| 3.1.2 Especificações de Métricas | 45 |
| 3.1.3 Medidas e Resultados das Análises | 51 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.2 | Requisitos e Repositório de Medidas para o Nível 3 do CMMI..... | 53 |
| 3.2.1 | Características de projeto..... | 56 |
| 3.2.2 | Métricas, Medidas e Resultados das Análises..... | 57 |
| 3.2.3 | Plano de Medição..... | 59 |
| 3.3 | Conclusão..... | 61 |
| CAPÍTULO 4 EXEMPLO DE USO | | 62 |
| 4.1 | Objetivos e Metodologia | 62 |
| 4.2 | Contexto..... | 62 |
| 4.3 | Repositório de Medidas Desenvolvido | 63 |
| 4.4 | Especificações das Métricas..... | 65 |
| 4.5 | Características do Projeto..... | 72 |
| 4.6 | Plano de Medição..... | 73 |
| 4.7 | Medidas e Resultados das Análises | 73 |
| 4.8 | Avaliação dos Resultados e Lições Aprendidas | 74 |
| 4.9 | Conclusão..... | 76 |
| CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO | | 77 |
| 4.1 | Contribuições deste Trabalho..... | 77 |
| 4.2 | Perspectivas | 78 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 79 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2-1 O paradigma GQM (SOLINGEN e BERGHOUT, 1999)..... | 21 |
| Figura 2-2 Organização dos sete primeiros passos do GDSM (BORGES, 2002)..... | 24 |
| Figura 2-3 O Processo de medição do PSM (FLORAC et al., 1997)..... | 26 |
| Figura 2-4 Mecanismo de seleção do PSM (FLORAC et al., 1997)..... | 26 |
| Figura 2-5 Componentes do CMMI (CMMI, 2006)..... | 31 |
| Figura 2-6 Área de processo de medição e análise do CMMI (AHERN et al., 2001)... .. | 32 |
| Figura 3-1 Exemplo de organização de um repositório de medidas como parte integrante do repositório do projeto – nível de maturidade 2..... | 43 |
| Figura 3-2 Exemplo organização de um repositório de medidas com recursos comuns a múltiplos projetos – nível de maturidade 2. | 44 |
| Figura 3-3 Primeiro exemplo de métricas a partir derivação de objetivos ou necessidades de informação..... | 46 |
| Figura 3-4 Segundo exemplo de derivação de métricas a partir de objetivos ou necessidades de informação..... | 46 |
| Figura 3-5 Exemplo de organização de um repositório de medições – nível de maturidade 3. | 56 |
| Figura 3-6 Indicador de desvio no esforço do projeto..... | 58 |
| Figura 3-7 Indicador de média de desvio no esforço do projeto. | 58 |
| Figura 4-1 Repositório de medidas como parte do conjunto de ativos de processos organizacionais. | 63 |
| Figura 4-2 Organização dos repositórios de medidas da organização alvo..... | 65 |
| Figura 4-3 Exemplo de desdobramento de objetivos em métricas – aumentar a produtividade. | 68 |
| Figura 4-4 Menu do projeto..... | 72 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2-1 Exemplo de derivação de métricas com GQM (BASILI et al., 1994) | 21 |
| Tabela 2-2 Mapeamento da área de processo de medição e análise do CMMI para o processo de medição do MPS.BR | 33 |
| Tabela 3-1 Requisitos de um repositório de medidas no nível de maturidade 2 do CMMI. | 42 |
| Tabela 3-2 Modelo de plano de medição – nível de maturidade 2..... | 45 |
| Tabela 3-3 Modelo de especificação de métricas. | 46 |
| Tabela 3-4 Primeiro exemplo de especificação de métrica. | 50 |
| Tabela 3-5 Segundo exemplo de especificação de métrica | 50 |
| Tabela 3-6 Modelo de indicador..... | 51 |
| Tabela 3-7 Exemplo de indicador..... | 52 |
| Tabela 3-8 Requisitos necessários de um repositório de medidas no nível de maturidade 3 do CMMI. | 54 |
| Tabela 3-9 Características de projeto. | 57 |
| Tabela 3-10 Modelo de plano de medição – nível de maturidade 3..... | 60 |
| Tabela 4-1 Desdobramento dos objetivos e necessidades de informação da organização. | 66 |
| Tabela 4-2 Mapeamento dos objetivos de medição aos requisitos do repositório de medidas (nível 3) atendidos | 66 |
| Tabela 4-3 Exemplo de especificação de métrica. | 69 |
| Tabela 4-4 Exemplo de apresentação de indicador utilizado na organização alvo. | 71 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| CMM | <i>Capability Maturity Model</i> |
| CMMI | <i>Capability Maturity Model Integration</i> |
| CMMI-SW | <i>Capability Maturity Model Integration for Software</i> |
| GDM | <i>Goal-Driven Measurement</i> |
| GDSM | <i>Goal-Driven Software Measurement</i> |
| GP | <i>Global Practice</i> |
| GQ(IM) | <i>Goal-Question-Indicator-Metric</i> |
| GQM | <i>Goal-Question-Metric</i> |
| IEC | <i>International Eletrotechnical Commision</i> |
| IEEE | <i>Institute of Electrical and Eletronics Engineers</i> |
| IFPUG | <i>Internacional Function Point Users Group</i> |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| MA | <i>Medição e Análise</i> |
| MR MPS.BR | Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro |
| PA | <i>Process Area</i> |
| PSM | <i>Pratical Software & System Measurement</i> |
| SEI | <i>Software Engineering Institute</i> |
| SP | <i>Specific Practice</i> |
| SW-CMM | <i>Capability Maturity Model for Software</i> |

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo apresenta a motivação deste trabalho, seus objetivos e sua organização.

1.1 Motivação

Atualmente, os sistemas de software estão se tornando cada vez mais complexos. A integração de novas tecnologias e o aumento da confiança no software para implementar novas funções e capacidades têm impacto significativo na forma como os sistemas são desenvolvidos e gerenciados durante o seu ciclo de vida. Para tratar esta complexidade, os gerentes estão adotando novas ferramentas, processos e técnicas, para tomar decisões de forma mais eficaz e mais embasada nas rápidas alterações do ambiente de suporte e desenvolvimento. A medição é o elemento-chave de toda disciplina de Engenharia bem estabelecida e se torna a principal ferramenta para gerentes de Engenharia de Sistemas e Engenharia de Software assegurar que os produtos desenvolvidos atendem aos objetivos estabelecidos no projeto (FLORAC et al., 1997).

Quando as medições são integradas à gestão do projeto, elas ajudam o gerente do projeto a identificar potenciais riscos, acompanhar problemas específicos, avaliar o impacto desses problemas no custo do projeto, no cronograma e nos objetivos técnicos de desempenho, bem como a desenvolver soluções alternativas e selecionar a melhor abordagem para corrigir os problemas. As medições fornecem a visão de que o gerente do projeto precisa para tomar decisões críticas ao seu sucesso (FLORAC et al., 1997).

A atividade de medição, ou a sua necessidade, está presente em todas as etapas da Engenharia de Software e de Sistemas. Apesar disso, um claro entendimento de como melhor usar a medição ainda é raro, como também o são guias sobre como utilizá-la fornecidas por especialistas (GOLDENSON et al., 2003).

A atividade de medição e análise é abordada por vários modelos e padrões relevantes, dentre os quais o GQM (1988), o GDSM (2002), o PSM (1997), a ISO/IEC 15939 (2002), o MR MPS.BR (2007) e o CMMI (2006). O GQM (*Goal-Question-Metric*) e o GDSM (*Goal-Driven Software Measurement*) guiam na identificação das medidas de um programa de medição. O PSM (*Practical Software & System Measurement*) e a ISO/IEC 15939

estabelecem um processo de medição para software. O CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) e o MR MPS.BR (Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro) tem como objetivo guiar a melhoria de processos, tendo um processo que estabelece objetivos necessários para o estabelecimento de um programa de medição e análise.

Atravessar este emaranhado de padrões, modelos, livros-guia, cursos e consultores especialistas em medição pode ser uma tarefa muito intimidante. Felizmente, porém, há uma comunidade emergente de práticas que cobre tanto a medição de software quanto melhorias de processo. Na realidade, a área de processo de medição e análise do CMMI foi desenvolvida de forma cooperativa e coordenada por pessoas que também trabalharam simultaneamente no Centro de Suporte do PSM e no desenvolvimento dos emergentes padrões ISO para medidas de software e avaliação de processo. As pessoas que estão trabalhando neste campo também estão próximas dos grupos que trabalham com padrões e com grupos como o *Internacional Function Point Users Group* – IFPUG (GOLDENSON et al., 2003).

A incorporação da medição e análise como uma área de processo específica do CMMI fornece à gerência a visibilidade e o foco de que as organizações necessitam para guiar o uso da medição nas atividades de melhoria. Ainda assim, a medição não é muito integrada nas práticas de Engenharia de Software e Engenharia de Sistemas, permanecendo um desafio para muitas organizações (BROWN e GOLDENSON, 2004).

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivos analisar um conjunto de modelos e padrões relevantes que tratam da medição e análise, e, com base nesta análise, propor uma *Abordagem para Construção do Repositório de Medidas em Organizações de Software*. O repositório de medidas é o principal artefato de um programa de medição e análise, e tem a função de armazenar as medidas coletadas e analisadas em uma organização, cumprindo o papel de memória corporativa.

Esta abordagem pode ajudar as equipes envolvidas na implantação da área de processo medição e análise do CMMI (ou do processo medição do MR MPS.BR), a definirem os repositórios de medidas da organização. Apesar de vários modelos e padrões ressaltarem a prática de utilização de dados históricos, somente o CMMI (CMMI, 2006) e o MR MPS.BR (MR-MPS Guia Geral, 2007) definem requisitos necessários a um repositório de medidas. Com tais exigências identificadas, foram elencados, de forma consolidada, os

requisitos de um repositório de medidas para os níveis 2 e 3 do CMMI (versão 1.2), sendo elaborada uma proposta para atender a estes requisitos. Todos os demais modelos, analisados neste trabalho, contribuíram por meio de conceitos, exemplos e métodos para consolidar a solução.

Mesmo organizações que não lidam com o CMMI, mas tentam implantar um programa de medição e análise, podem utilizar os resultados deste trabalho como orientação para criar o repositório de medidas, especialmente organizações que utilizem o MR MPS.BR, dada a compatibilidade dos dois modelos.

1.3 Trabalhos Publicados

Ao longo da elaboração desta dissertação foram publicados os seguintes trabalhos:

- *Implementação de um repositório de métricas para os níveis 2 e 3 do CMMI*, na XXXII Conferencia Latino-Americana de Informática (CLEI) 2006 (ARAÚJO et al., 2006a).
- *Implementação de um repositório de medidas para os níveis 2 e 3 do CMMI*, na Terceira Conferência Anual SEPG Latino-Americano, 2006 (ARAÚJO et al., 2006b).
- *O programa de medição e análise através dos níveis do CMMI*, Encontro de Qualidade e Produtividade em Software EQPS, 2006 (ARAÚJO et al., 2006c).

1.4 Organização do Texto

Além desta introdução, este trabalho está organizado em mais quatro capítulos, descritos resumidamente a seguir.

No Capítulo 2, **Programa de Medição e Análise**, apresentam-se conceitos, modelos e padrões encontrados na literatura, relacionados a um programa de medição e a um repositório de medidas.

No Capítulo 3, **Proposta de um Repositório de Medidas para os níveis 2 e 3 do CMMI**, são definidos os requisitos para um repositório de medidas, visando à aderência às exigências do CMMI para os níveis 2 e 3. A partir de tais requisitos é proposta uma abordagem para construção do repositório.

No Capítulo 4, **Exemplo de Uso**, é descrito o modo como a abordagem proposta foi utilizada para construção do repositório de medidas em uma organização de software.

No Capítulo 6, **Conclusão**, são apresentadas as conclusões e as contribuições deste trabalho, bem como suas perspectivas.

Capítulo 2

Medição e Análise

Este capítulo apresenta a motivação para o uso da medição na engenharia de software, descreve conceitos importantes, tais como métricas, medida, medição e indicador; aborda modelos e padrões relevantes na literatura de medição, a fim de identificar subsídios para a construção do repositório de medições e descreve um trabalho correlato.

2.1 Conceitos: Medição, Métrica, Medida e Indicador

A **medição** ou mensuração é o ato de medir (CHRISTENSEN e THAYER, 2001). Por meio deste, símbolos ou números são atribuídos a **atributos** de **entidades** do mundo real, de modo a descrevê-los de acordo com regras claramente definidas (ROBERTS, 1979), (FENTON e PFLEEGER, 1997), (DUARTE e FALBO, 2000).

A medição captura informações sobre **atributos** e **entidades** (FENTON e PFLEEGER, 1997). As **entidades** são os objetos que se observam no mundo real (KITCHENHAM et al., 1995). Os **atributos** são propriedades ou características das entidades. Por exemplo, a entidade pessoa pode possuir os atributos de : altura, peso, idade, profissão etc.

As medições são conduzidas usando-se **métricas** (XENOS, 1996). **Métrica** é uma descrição das regras do mapeamento de atributos de entidades do mundo real para entidades formais (BRIAND et al., 1996). Assim, uma métrica pode ser, por exemplo, a quantidade de defeitos por centena de linhas de código (POLLICE, 2004). A medição produz como resultado um conjunto de **medidas** (KITCHENHAM et al., 1995). Uma **medida** denota a aplicação de um processo de medição para a obtenção de dados quantitativos (LEMES e FERNANDES, 1997). A medida é o dado ou o valor obtido pela execução da medição. Apesar de **métrica** e **medida** serem definidas de forma diferente, na prática são bastante utilizadas como sinônimos. Nesta dissertação utilizaremos a palavra medida para representar os dados coletados ou a métrica.

Unidades de medida são estabelecidas para convencionar como esses atributos devem ser registrados. O mesmo atributo pode ser medido por diferentes unidades de medida; por exemplo, para o atributo “peso” podem ser usadas as unidades quilograma ou grama.

As **métricas** podem ser classificadas por diferentes aspectos, dentre eles (BORGES, 2003): a natureza do que está sendo medido (métricas de processo, produto e recursos), o relacionamento entre a medida e o atributo (métrica direta e indireta), o momento da medição (métricas preditivas e explanatórias). As categorias não devem ser consideradas mutuamente exclusivas. Desta forma, uma métrica pode ser explanatória e indireta ao mesmo tempo. Seguem definições destes tipos de métrica:

- **Métricas de processos** – são métricas relacionadas às atividades realizadas durante o desenvolvimento de software. As **métricas de produto** procuram obter informações a respeito de qualquer artefato que resulte da execução de uma atividade. As **métricas de recursos** procuram obter informações a respeito de qualquer entidade necessária para a execução de uma atividade (FENTON e PFLEEGER, 1997).
- **Métricas indiretas** (ou métricas derivadas) – envolvem outras métricas. Por exemplo, para estimar o esforço, é necessária a estimativa de tamanho (KITCHENHAM et al., 1995). As **métricas indiretas** são aquelas que não podem ser medidas diretamente com base na observação de um atributo, pois são calculadas através da combinação de outras métricas. As métricas diretas ou básicas são aquelas que podem ser medidas com base na observação direta dos atributos envolvidos. Por exemplo, a data de início do projeto (GRADY e CASWELL, 1987).
- **Métricas explanatórias** – medem os atributos das entidades no presente momento. Desta forma, elas capturam os resultados dos eventos no presente. As **métricas preditivas** extrapolam o uso de atributos correntes, ensejando estimativas (CHRISTENSEN e THAYER, 2001).

Um **indicador** é uma métrica, ou uma combinação de métricas, que fornece a compreensão sobre um projeto, um processo ou um produto de software (RAGLAND, 1995). Um **indicador** também pode ser visto como a exibição dos resultados de uma ou mais métricas (PARK et al., 1996). Os **indicadores** são os blocos básicos de análises das medições. Um indicador é freqüentemente representado por um gráfico ou uma tabela. Uma questão importante pode ser atendida por vários indicadores e, em muitos casos, os indicadores são formados por várias métricas (FLORAC et al., 1997).

2.2 Por Quê Medir

À medida que a Engenharia de Software amadurece, a medição de software desempenha um papel cada vez mais importante na organização, auxiliando:

- a entender, monitorar, controlar, prever e melhorar o processo de desenvolvimento e manutenção de software (BRIAND et al., 1996), (FLORAC e CARLETON, 2000), (KITCHENHAM et al., 1995) e (PUTNAM e MYERS, 2003);
- na avaliação e melhoria sistemática de software de grande escala (SELBY et al., 1991);
- as equipes de projetos, os clientes, e os gerentes na tomada de decisões durante o ciclo de vida do projeto (CHRISTENSEN e THAYER, 2001) e (FENTON, NEIL, 2000).
- as equipes no entendimento da capacidade dos processos, permitindo a detecção de tendências, antecipação de problemas, melhoria no controle dos custos, redução de riscos, melhoria da qualidade e assegurando o atendimento dos objetivos de negócio (FLORAC e CARLETON, 2000); e
- na melhoria da habilidade de desenvolvimento de software. As medidas fornecem e possibilitam estimativas de esforço, prazo e segurança; controle dos projetos, habilidades de replanejamento; planejamento e atribuição de recursos para todos os projetos dentro da organização (PUTNAM e MYERS, 2003).

Em Park (1996), são apresentadas quatro razões para se medir processos, produtos e serviços de software: caracterizar, avaliar, prever e melhorar. A caracterização ajuda no entendimento dos processos, produtos, recursos e ambientes, bem como para estabelecer *baselines* para comparações em avaliações futuras.

A avaliação é realizada para determinar a situação atual em relação aos planos. Pelas medidas, é possível identificar e corrigir os desvios nos processos e nos projetos.

A previsão envolve entender o relacionamento entre processos e produtos, formulando modelos destes relacionamentos, de forma que os valores observados em alguns atributos possam ser usados para prever outros. Desta forma, é possível: planejar e estabelecer os objetivos de custo, prazo e qualidade factíveis, para que os recursos apropriados possam ser empregados. As medidas de previsão constituem a base para explorar tendências, estimar custo, esforço, tempo e qualidade que podem ser baseados na evidência corrente. As

previsões e as estimativas, baseadas em dados históricos, também auxiliam na análise de riscos.

Na melhoria, são obtidas informações quantitativas que ajudam a identificar os obstáculos, as causas-raízes, ineficiências e outras oportunidades para melhorar o desempenho do processo e a qualidade do produto. As medidas ajudam a planejar e acompanhar os esforços de melhoria, fornecendo uma *baseline*, de forma a permitir fazer comparações, possibilitando julgar ações de melhoria e visualizar os efeitos. Boas medidas também nos ajudam a comunicar os objetivos e razões para a melhoria.

2.3 Modelos e Padrões

Atualmente, há vários modelos e padrões, amplamente difundidos, com o objetivo de apoiar a implantação de um programa de medição. Dentre eles, destacam-se:

- *Goal-Question-Metric* – GQM (BASILI et al., 1994) (BASILI e ROMBACH, 1988) (BASILI e WEISS, 1984) – paradigma que orienta na definição de medidas para um conjunto de objetivos previamente estabelecidos;
- *Goal-Driven Software Measurement* – GDSM (PARK et al., 1996) – guia criado pelo SEI (*Software Engineering Institute*) para auxiliar na identificação e definição de medidas que dêem suporte aos objetivos de negócio;
- *Practical Software & System Measurement* – PSM (FLORAC et al., 1997) – guia patrocinado pelo Departamento de Defesa e pelo Exército dos Estados Unidos, que tem como objetivo estabelecer um conjunto de práticas, ferramentas e serviços para auxiliar os gerentes de projeto a obter informações objetivas sobre os projetos em andamento, para que atinjam suas metas de prazo, custo e qualidade (BORGES, 2003);
- ISO/IEC 15939 – *Processo de Medição de Software* (ISO/IEC 15939, 2002) – é um padrão internacional que define um processo de medição para software e também uma terminologia associada;
- Modelo de Referência para Melhoria de Processo do Software Brasileiro – (MR-MPS Guia Geral, 2007) – define um modelo de melhoria e avaliação de processo de software aderente a modelos e normas internacionais. No MR MPS.BR estão definidos o processo de medição e os resultados esperados de sua implementação; e

- *Capability Maturity Model Integration* – CMMI (CMMI, 2006) – é um modelo que tem como objetivo guiar a melhoria de processos, assim como melhorar a habilidade para gerenciar, desenvolver, adquirir e manter produtos e serviços de uma organização. No CMMI existe uma área de processo que estabelece os requisitos necessários para implantação de um programa de medição e análise.

Alguns destes modelos e padrões abordam a identificação de medidas, levando-se em conta os objetivos definidos. Vários deles têm como foco a definição de práticas ou processos de medição e análise. Nestes modelos e padrões, existe um consenso sobre a importância e a necessidade da medição na Engenharia de Software. A medição é considerada mecanismo para a criação da memória da organização, auxiliando na melhoria dos processos de software. Um assunto que não é tratado ou o é de forma superficial, em muitos destes modelos e padrões, é o repositório de medidas.

Nas próximas subseções serão apresentados e analisados estes modelos e padrões, assim como um trabalho correlato, a fim de identificar contribuições para a construção do repositório de medições.

2.3.1 GQM

O GQM (*Goal-Question-Metric*) (BASILI e ROMBACH, 1988), (BASILI e WEISS, 1984) é um paradigma para guiar na escolha das medidas em um programa de medição. O paradigma foi elaborado com respaldo nas seguintes suposições:

- um programa de medição não deve ser orientado pelas medidas, mas pelos objetivos que se pretende atingir com as medidas; e
- as definições de medidas e de objetivos devem ser adaptados para as organizações e seus respectivos projetos.
- O GQM utiliza uma abordagem *top-down* para a definição de medidas, que pode ser resumida nos dos seguintes passos (

Figura 2-1):

- objetivos (*GOAL*) – definir objetivos relevantes para a organização;
- questões (*QUESTION*) – gerar um conjunto de perguntas que definam os objetivos mediante aspectos quantitativos, de forma que eles possam ser medidos. Estas perguntas, quando respondidas, podem ajudar a organização no atendimento dos objetivos estabelecidos; e

- medidas (*METRIC*) – especificar um conjunto de medidas que precisam ser coletadas para responder às questões geradas.

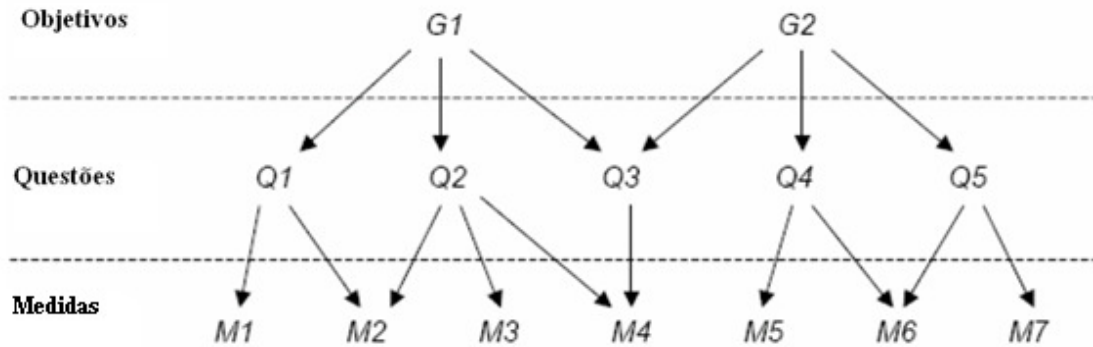


Figura 2-1 O paradigma GQM (SOLINGEN e BERGHOUT, 1999).

Um exemplo da aplicação do paradigma GQM é apresentado na Tabela 2-1. Para este exemplo, é intenção melhorar o tempo para implementar uma solicitação de mudança, durante a fase de manutenção do ciclo de vida de um sistema. O objetivo será definido por meio dos itens propósito, problema, objetivo e perspectiva, sendo refinado em uma série de questões, que serão respondidas por intermédio de medidas.

Tabela 2-1 Exemplo de derivação de medidas com GQM (BASILI et al., 1994)

| | | |
|----------|---|---|
| Objetivo | Propósito Problema Objetivo (processo) Perspectiva | Melhorar o tempo de implementação da solicitação de mudança através da visão do gerente de projeto |
| Questão | | Qual é o tempo atual para implementar a solicitação de mudança? |
| Medidas | | Média de tempo de implementação Desvio-padrão Percentual de casos fora do limite superior |

O paradigma é amplamente utilizado e citado na literatura, podendo ser empregado isoladamente ou no contexto de uma abordagem de melhoria de processo. Dentre os resultados da utilização do paradigma, estão: identificação de medidas relevantes; definição de um contexto para análise e interpretação dos dados, obtidos com a rastreabilidade dos objetivos às medidas; e documentação do refinamento dos objetivos em medidas, que possibilita uma avaliação da validade das medidas para a organização e para os projetos.

2.3.2 GDSM

O GDSM (*Goal-Driven Software Measurement*) é uma extensão do paradigma GQM desenvolvido pelo SEI em 1996 (PARK et al., 1996). O GDSM apresenta os princípios do GQM na forma de um processo de medição, denominado de *Goal-Driven Measurement* (GDM).

São as principais contribuições do GDSM em relação ao GQM (BORGES, 2003):

- No lugar de partir dos objetivos de medição, o processo toma como base os objetivos de negócio da organização, mais abrangentes e geralmente mais conhecidos. Uma seqüência de passos descreve como detalhar os objetivos de negócio até obter os objetivos de medição, a partir de quando os princípios do GQM podem ser seguidos.
- No GQM, as medidas necessárias são deduzidas diretamente com origem nas questões. No GDSM, foi criado o GQ(I)M – *Goal-Question-Indicators-Metrics*, o qual introduz os indicadores, como um nível intermediário das perguntas e medidas, para auxiliar na identificação das medidas de modo mais adequado.

O processo é formado pelos passos seguintes, que devem ser executados de forma seqüencial:

- 1 Identificar os objetivos de negócios.
- 2 Identificar o que é preciso saber ou aprender.
- 3 Identificar os sub-objetivos.
- 4 Identificar as entidades e os atributos relacionados aos sub-objetivos.
- 5 Formalizar os objetivos de medição.
- 6 Identificar questões quantificáveis e indicadores relacionados, que auxiliem no atendimento dos objetivos de medição.
- 7 Identificar elementos de dados que serão coletados.
- 8 Elaborar as definições operacionais das medidas a serem utilizadas.
- 9 Identificar ações a serem executadas para a implementação das medidas.
- 10 Preparar um plano para implementar as medidas.

Do passo 1 ao passo 4, são gerados os sub-objetivos, que servirão de insumo para a derivação dos objetivos da medição. Inicialmente, são definidos os objetivos de negócio, aqueles que direcionam os esforços de uma organização. Com suporte nos objetivos de

negócio, são identificados os aspectos a serem compreendidos para que seja possível entender, avaliar, prever ou melhorar as atividades relacionadas aos objetivos. Devem ser respondidas questões como: “Que atividades eu devo gerenciar ou executar”, “O que eu quero atingir ou melhorar” e “Para fazer isto eu irei precisar de...?”. Os objetivos de alto nível são, pois, desdobrados em sub-objetivos, sendo definidos entidades e atributos, associados à lista de sub-objetivos identificados.

Do passo 5 ao passo 7, os princípios do GQM são utilizados. As questões são traduzidas em objetivos de medição, que podem ser:

- ativos – estão diretamente relacionados com o controle dos processos ou as causas de alterações em produtos, processos, recursos ou ambientes, ex.: atender a data de conclusão programada; e
- passivos – permitem o aprendizado e o conhecimento. São fundamentais para melhoria ou entendimento, ex.: Entender o processo de desenvolvimento corrente.

Após a execução do primeiro passo do GQ(IM) (identificar os objetivos da medição) foi executado anteriormente. Agora, é necessário definir questões e indicadores que ajudarão a atender aos objetivos de medição definidos. Os indicadores introduzidos no GQ(IM) auxiliarão na identificação do que realmente deve ser medido, permitindo a visualização de como os dados serão apresentados e facilitando na identificação dos elementos de dados a coletar.

A organização dos sete primeiros passos é apresentada na Figura 2-2. Nela são demonstrados os resultados obtidos em cada passo. Os passos correspondentes ao GQM e ao GQ(IM) foram destacados.

Nos demais passos, são abordadas a definição das medidas e a elaboração do plano de medição. As medidas identificadas devem ser especificadas, de forma que outras pessoas consigam saber o que deve ser medido, como será medido e o quê será incluído e excluído na atividade de medição. Assim, diferentes pessoas executando a coleta obterão essencialmente os mesmos resultados.

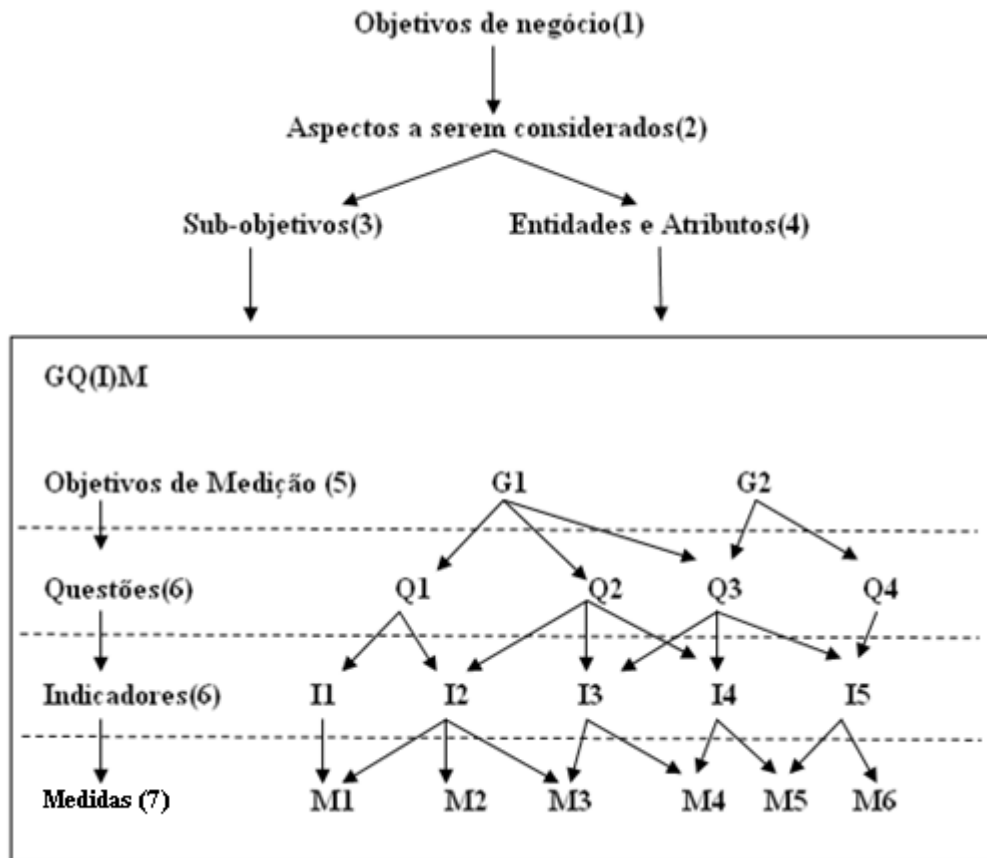


Figura 2-2 Organização dos sete primeiros passos do GDSM (BORGES, 2002).

O plano de medição a ser elaborado, tipicamente, aborda os seguintes itens:

- objetivos dos esforços de medição – objetivos de negócio, objetivos de medição e objetivos do plano;
- escopo – são as medidas que serão implementadas; e
- implementação – são as ações para implementar as medidas identificadas. Neste item devem ser tratadas as questões de armazenamento de dados, atividades, produtos, tarefas, cronograma, recursos, responsabilidades, monitoramento e controle das atividades de medição, suposições, gestão dos riscos e ações para dar suporte ao uso das medições.

2.3.3 Medição e Análise no PSM e na ISO/IEC 15939

O *Practical Software & System Measurement* – PSM (FLORAC et al., 1997) é um guia que tem como objetivo estabelecer um conjunto de práticas para auxiliar os gerentes de

projeto a obterem informações objetivas sobre os projetos em andamento, para que atinjam suas metas de prazo, custo e qualidade.

O PSM serviu de insumo para a Norma internacional ISO/IEC 15939 – *Processo de Medição de Software*. Esta, por sua vez, foi base para (PSMSC, 2006):

- o processo de medição na ISO/IEC 12207 – Processos de Ciclo de Vida;
- os conceitos relacionados às medições na ISO/IEC 15288 – Processos de Ciclo de Vida de Sistemas;
- a terminologia na ISO/IEC 9126 – Qualidade de Produtos de Software, e ISO/IEC 14598 – Avaliação de Produtos de Software;
- os objetivos da norma ISO 9000-3 – *Aplicação da ISO 9001:2000 para Software*;
- a área de processo de medição e análise do CMMI.

Desta forma, todos estes modelos e padrões tiveram a mesma origem e usam um conjunto de terminologias comuns (PSMSC, 2006).

O foco do PSM está na medição de um projeto específico, mas pode ser customizado para englobar medições em plano organizacional. A medição é classificada como uma disciplina de suporte à gestão do projeto, que possibilita identificação, priorização e resolução das questões-chave, assim como a otimização do custo, prazo e desempenho do projeto. A abordagem utilizada divide o processo de medição em quatro atividades principais (Figura 2-3):

- adaptação do processo de medição para os projetos;
- coleta e análise de dados;
- implementação do processo de medição; e
- avaliação do programa de medição.

A primeira atividade é a identificação de questões específicas do projeto (Figura 2-4), problemas ou riscos que podem impactar no atendimento dos objetivos do projeto. As fontes de informação para identificar problemas ou riscos são: as solicitações de mudanças de requisitos, as necessidades de informações, as características do projeto, e as ações de melhoria.

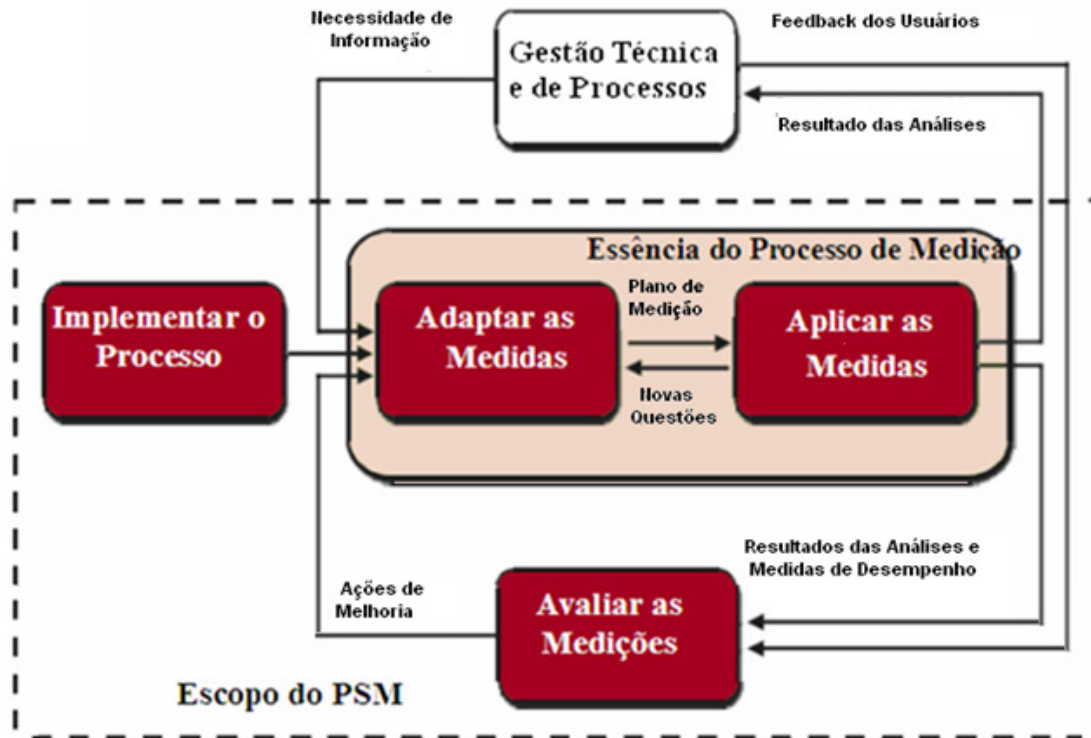


Figura 2-3 O Processo de medição do PSM (FLORAC et al., 1997).

As questões identificadas (Figura 2-4) são distribuídas em áreas comuns (ex.: cronograma e progresso; recursos e custos; tamanho e estabilidade do produto; qualidade do produto e satisfação do cliente), priorizadas de acordo com o impacto no projeto e associadas às categorias de medições que melhor atendem às suas respectivas área comuns. Cada categoria de medição é formada por várias medidas.

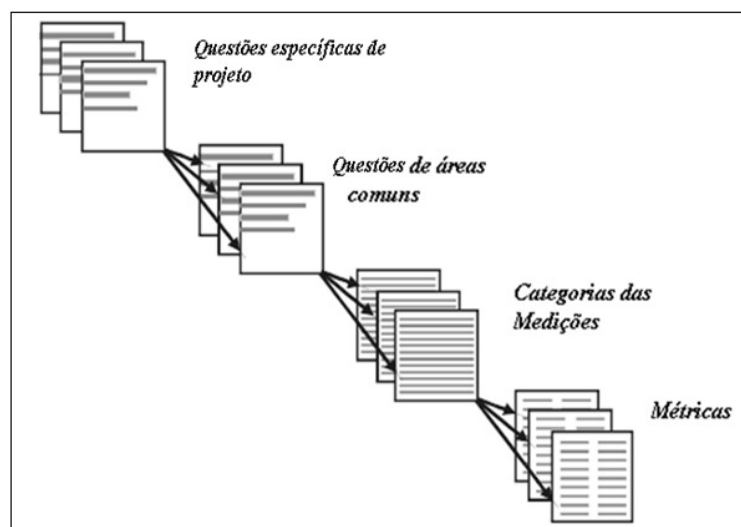


Figura 2-4 Mecanismo de seleção do PSM (FLORAC et al., 1997).

Posteriormente, são selecionadas e especificadas as medidas que melhor tratam as questões do projeto. Os principais itens contidos em uma especificação de medidas são: escopo da medição, procedimento de coleta e armazenamento de dados, indicadores a serem analisados, procedimento para divulgação da análise, procedimento para avaliar periodicamente a medição e as medidas.

Definidas as medidas, é necessário examinar como a medição será executada dentro dos processos técnicos e gerenciais do projeto (FLORAC et al., 1997). Estes determinam que itens de dados devem ser coletados, sendo as principais fontes de dados das medições:

- dados históricos, advindos de projetos passados;
- dados do planejamento, que são as estimativas feitas para o projeto; e
- dados do desempenho atual, que são os dados coletados no projeto.

De acordo com o que foi definido no plano de medição, realizam-se as coletas e analisam-se os dados resultantes, sendo posteriormente convertidos em indicadores e utilizados pelos membros do projeto na tomada de decisões relacionadas às questões específicas do projeto.

Tipicamente, os indicadores são compostos pelos valores atuais e valores esperados de uma medida ou de um conjunto de medidas, e também por regras e critérios a serem utilizados para analisar a variação entre o valor atual e o valor esperado.

Após a definição de medidas e indicadores, é feita a implementação do processo, sendo então definidas as responsabilidades para a execução das atividades de medição e análise.

O programa de medição deve ser continuamente avaliado para assegurar que ele está sendo executado conforme planejado. A avaliação envolve as seguintes atividades (PSM GUIDE, 1997):

- avaliação de medidas e indicadores – verifica se os dados gerados satisfazem as necessidades de informações gerenciais;
- avaliação do processo de medição – examina a eficiência do processo de medição do projeto através das dimensões
 - desempenho quantitativo do processo,
 - conformidade do processo de medição ao plano de medição e
 - maturidade do processo de medição em relação a um padrão;
- atualização da base de experiência – identifica lições aprendidas nas avaliações dos produtos e do próprio processo de medição. A base de

experiência é um local ou repositório no qual são registradas as lições aprendidas (pontos fortes e pontos fracos) e os artefatos de medição para serem utilizados posteriormente nos projetos. O conteúdo de uma base de experiência pode ser bastante diversificado, podendo conter

- planos, políticas e procedimentos de medição,
 - definição de indicadores e medições,
 - técnicas de verificação de dados,
 - pesquisas de satisfação do cliente,
 - relatório de análise de desempenho,
 - relatórios de auditoria de processos de medição,
 - resultados da avaliação da capacidade do processo,
 - padrões de tratamento de problemas específicos,
 - sucesso e insucesso de ações corretivas, e
 - avaliação de ferramentas;
- identificação e implementação das melhorias – seleciona e executa ações para melhorar os dados coletados ou o processo de medição em si.

2.3.4 MPS.BR

Este modelo é fruto do Projeto de Melhoria do Processo de Software Brasileiro (MPS.BR). O projeto MPS.BR foi iniciado pela SOFTEX (Sociedade para Promoção da Excelência do Software Brasileiro) e tem por objetivo a melhoria do processo de software das organizações nacionais, a fim de aumentar a competitividade destas empresas, no mercado nacional e global.

O modelo foi elaborado com respaldo nos modelos ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504 e do CMMI-DEV. O MPS.BR é um modelo que incorpora as necessidades da indústria brasileira e as melhores práticas observadas internacionalmente para implementar e avaliar o processo de software (ROCHA et al., 2007).

O MPS.BR está 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 do MPS.BR.

O modelo de referência contém os requisitos que os processos das unidades organizacionais devem atender para ficar em conformidade com o MR-MPS. Está dividido em sete níveis de maturidade organizacional: A (Em Otimização), B (Gerenciado

Quantitativamente), C (Definido), D (Largamente Definido), E (Parcialmente Definido), F (Gerenciado) e G (Parcialmente Gerenciado).

Um nível de maturidade é formado de atributos de processo e resultados esperados para um predefinido conjunto de processos. Os níveis de maturidade são definidos em duas dimensões: capacidade e processo (ROCHA et al., 2007).

A capacidade do processo é a caracterização da habilidade deste em alcançar os objetivos de negócio atuais e futuros, estando relacionada com o atendimento aos atributos de processo associados aos processos de cada nível de maturidade (MPS.BR, 2007).

A dimensão processo é formada pelos processos a serem avaliados, sendo composta de sete cumulativos grupos de processo. Cada um destes grupos corresponde um nível de maturidade.

2.3.4.1 Medição no MPS.BR

Dentre os processos que compõem o MPS.BR, está o processo de Medição, o qual pertence ao nível F (Gerenciado) do modelo. Este processo tem por objetivo coletar, analisar e relatar os dados relacionados aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais. Os resultados esperados deste processo são (MR-MPS Nível F, 2007):

- a) **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. As necessidades de informação, normalmente, se originam dos dirigentes da organização e dos processos técnicos e gerenciais. Elas podem derivar de objetivos de negócio da organização e/ou da legislação e dos objetivos do produto e do processo;
- b) **MED 2** – um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e/ou definido, priorizado, documentado, revisado e atualizado. As medições podem ser feitas em três grandes categorias: processos, produtos e recursos. As medidas do processo quantificam atributos como tempo, esforço, número de incidências, dentre outros. As medidas de produto de software incluem o tamanho do produto, por exemplo, linhas de código, a complexidade da estrutura de dados e o tipo de software (comercial, científico, de sistemas). Os recursos são entradas para a produção do software. Exemplos de recursos são as pessoas, as ferramentas e os métodos que

podemos medir, como a eficiência de um testador ou a produtividade de um engenheiro;

- c) **MED 3** – os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados. A coleta é a obtenção dos dados que serão usados nas medições. Para cada medida, são definidas as responsabilidades, ferramentas, frequência e instruções para coleta e armazenamento de dados. Além disso, são definidos procedimentos para avaliação da integridade e confiabilidade dos dados coletados;
- **MED 4** – os procedimentos para a análise da medição realizada são especificados. Além dos procedimentos de coleta e armazenamento, definem-se também, para as medidas procedimentos para a análise dos dados. Estes procedimentos definem: atividades e responsabilidades pela análise e divulgação dos dados e resultados, assim como frequência, responsável, fase, dados de origem e ferramenta utilizada para verificações de integridade dos indicadores;
- d) **MED 5** – os dados requeridos são coletados e analisados. Os dados são coletados e avaliados (quanto à integridade e confiabilidade) e analisados, de acordo com os procedimentos estabelecidos;
- e) **MED 6** – os dados e os resultados de análises são armazenados. Os dados e os resultados das análises, incluindo os dados de medição, especificações de medidas, resultados das análises, indicadores e interpretações, devem ser armazenados para recuperação pelos interessados e para uso futuro; e
- f) **MED 7** – as informações produzidas são usadas para apoiar decisões e para fornecer uma base objetiva para comunicação aos interessados. As informações geradas nas atividades de medição e análise são divulgadas aos usuários das medições.

2.3.5 CMMI

O CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) é um modelo de melhoria de processo para desenvolvimento de produtos e serviços. O CMMI é a evolução e a união de vários modelos, dentre eles: *Capability Maturity Model for Software (SW-CMM)*, o *Systems Engineering Capability Model (SECM)* e o *Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM)*.

O modelo é formado por três tipos de componente (Figura 2-5): requeridos, esperado e informativos.

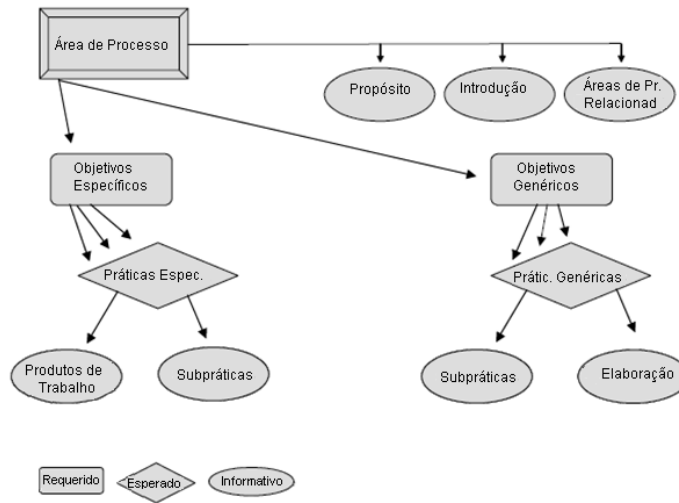


Figura 2-5 Componentes do CMMI (CMMI, 2006).

Um **objetivo específico** (*specific goal – SG*) descreve características que devem ser satisfeitas por uma área de processo. Uma **prática específica** (*specific practices – SP*) é uma atividade considerada importante para atender um objetivo específico associado.

Um **objetivo genérico** (*generic goal – GG*) é um objetivo que pertence a diversas áreas de processo. Um objetivo genérico descreve características na institucionalização do processo que implementa uma área de processo. Uma **prática genérica** (*generic practices – GP*) é uma atividade que é considerada importante no atendimento de um objetivo genérico associado.

A utilização do modelo é possível por meio de duas abordagens chamadas de representações. Na representação contínua, a organização seleciona o grupo de áreas de processo a trabalhar e melhora os processos relacionados. Nesta representação, utilizam-se níveis de capacidade para caracterizar a melhoria relacionada a uma área de processo individual. Na representação por estágios, são utilizados conjuntos predefinidos de áreas para definir o caminho da melhoria. Este caminho é caracterizado por níveis de maturidade. Cada nível de maturidade é formado por um conjunto de áreas de processo que caracterizam diferentes comportamentos organizacionais (CMMI, 2006).

Os níveis são usados no CMMI para descrever um caminho evolutivo para as organizações que querem melhorar os processos de desenvolvimento e manutenção de produtos e serviços.

2.3.5.1 Medição e Análise no CMMI

A área de processo de medição e análise tem como propósito desenvolver e manter a capacidade de medição usada para dar suporte às necessidades de informações gerenciais (CMMI, 2006). Envolve as atividades: (i) identificação dos objetivos de medições (alinhados aos objetivos e necessidades de informação gerenciais), (ii) especificação das medidas e (iii) especificação dos procedimentos de coleta, armazenamento, análise e divulgação dos dados e resultados. É composta por objetivos específicos (SG), práticas específicas (SP), objetivos genéricos (GG) e práticas genéricas (GP), conforme resumido na Figura 2-6.

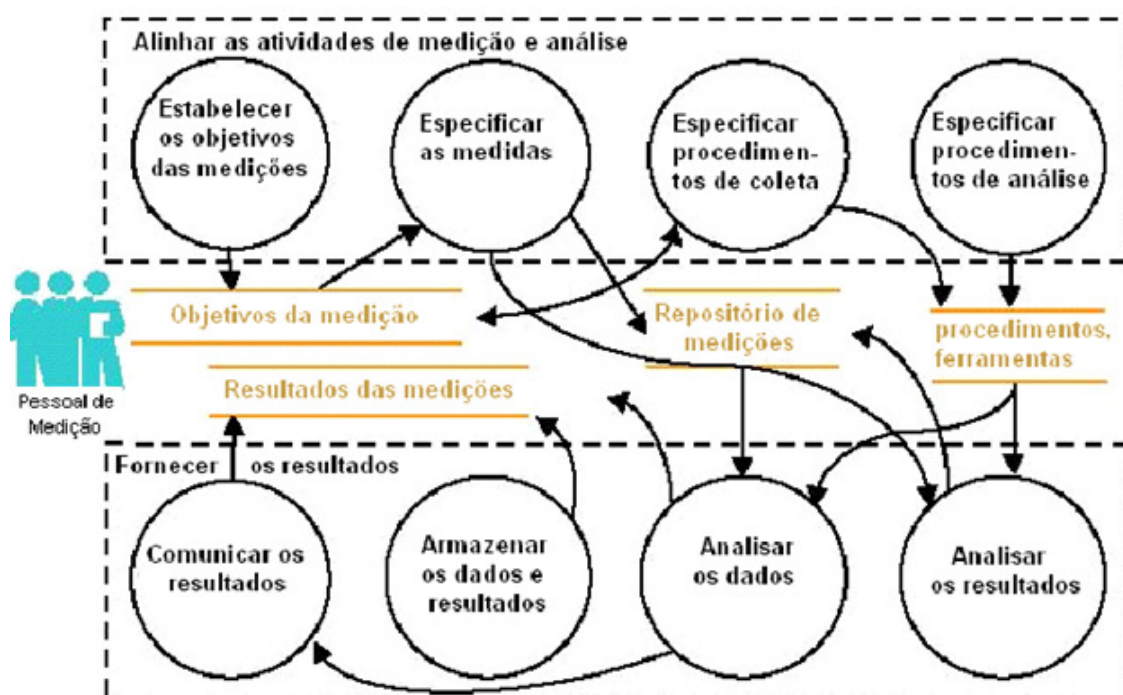


Figura 2-6 Área de processo de medição e análise do CMMI (AHERN et al., 2001).

Embora esta área de processo pertença ao nível 2 do CMMI, ela deve ser considerada de forma global, pois todos os processos devem ser medidos e a maioria dos produtos de trabalho devem possuir medidas significativas (KULPA e KENT, 2003).

Nas próximas subseções, será apresentada a área de processo de medição e análise e será feito um diagnóstico de como cada objetivo desta área de processo deve ser atendida de forma integrada com as demais áreas de processo dos níveis de maturidade 2 e 3 do CMMI, para identificar os requisitos do repositório de medidas.

Como o CMMI e o MR MPS.BR são modelos compatíveis, foi elaborado e apresentado na

Tabela 2-2 o mapeamento da área de processo medição e análise do CMMI com o processo de medição do MPS.BR. Este mapeamento será importante no próximo capítulo, onde serão reunidos os requisitos de um repositório e as práticas do CMMI a que estes requisitos atendem.

Tabela 2-2 Mapeamento da área de processo de medição e análise do CMMI para o processo de medição do MPS.BR

| MPS.BR | CMMI |
|---|---|
| MED1 – Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais | SG 1 – Alinhar as atividades de medição e análise |
| | SP 1.1 Estabelecer os objetivos da medição. |
| MED2 – Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e/ou definido, priorizado, documentado, revisado e atualizado | SP 1.2 Especificar as medidas. |
| MED3 – Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados | SP 1.3 Especificar procedimentos de coleta e armazenamento de dados. |
| MED4 – Os procedimentos para a análise da medição realizada são especificados. | SP 1.4 Especificar procedimentos de análise. |
| MED5 – Os dados requeridos são coletados e analisados | SG 2 Fornecer os resultados |
| | SP 2.1 Coletar dados da medição. SP 2.2 Analisar dados da medição. |
| MED6 – Os dados e os resultados de análises são armazenados. | SP 2.3 Armazenar dados e resultados. |
| MED7 – As informações produzidas são usadas para apoiar decisões e fornecer uma base objetiva para comunicação aos interessados. | SP 2.4 Comunicar dados e resultados. |

2.3.5.2 *Medição no Nível 2 do CMMI*

Uma empresa que está no nível de maturidade 2 do CMMI deve realizar medições e analisar os seus resultados. As medições são feitas nos produtos de trabalho para obter medidas relacionadas à sua qualidade e nos processos para monitorar o seu desempenho.

O primeiro objetivo a ser cumprido é o estabelecimento dos objetivos e necessidades de informação¹. É provável que no nível 2 os objetivos e necessidades de informações

¹ Estes objetivos e necessidade de informação normalmente são um subconjunto dos objetivos estratégicos da organização, objetivos de negócio, objetivos de produtos, problemas recorrentes, planos

estabelecidos sejam restritos aos projetos, vindo de fontes como: plano e requisitos do projeto, informações necessárias aos gerentes e outros envolvidos.

Após a priorização dos objetivos e necessidades de informações, são definidos os objetivos das medições, que identificam a finalidade das atividades de medição e análise para a organização, especificando as ações a serem tomadas baseadas nos resultados das análises de dados. Deve ser mantida a rastreabilidade entre os objetivos e necessidades de informações e os objetivos das medições, a fim de que seja possível entender o porquê da escolha de determinadas medidas.

Em (CMMI, 2006) são citados alguns exemplos de objetivos de medições:

- reduzir o tempo de entrega dos projetos;
- reduzir o custo total do ciclo de vida;
- melhorar os níveis de qualidade dos produtos;
- aumentar a satisfação dos clientes; e
- manter e melhorar o relacionamento com os clientes e/ou fornecedores.

Os objetivos das medições são, pois, refinados, gerando as especificações de indicadores e medidas e os respectivos procedimentos de coleta, armazenamento e análise dos dados. No nível de maturidade 2, cada projeto pode definir um conjunto de descrições de processos, padrões e procedimentos de maneira completamente independente dos demais projetos. Desta forma, é possível que cada projeto tenha o próprio conjunto de ferramentas e procedimentos para as atividades de medição e análise.

As outras áreas de processo do CMMI apresentam necessidades relacionadas às medições. Na área de Processo Planejamento do Projeto (*Project Planning*), tem-se:

- SG 1 – estabelecer e manter as estimativas dos parâmetros do planejamento do projeto. Os parâmetros do planejamento compõem normalmente indicadores de progresso e desempenho, e incluem toda a informação necessária para o planejamento, organização, alocação de pessoas, direção, coordenação, divulgação e orçamento (CMMI, 2006). São exemplos de parâmetros do planejamento do projeto – tamanho, complexidade das tarefas e produtos de trabalho, esforço e custo do projeto;
 - SP 1.2 – estabelecer as estimativas dos atributos dos produtos de trabalho e das tarefas. Estes atributos são características dos produtos, serviços e tarefas do projeto (ex.: tamanho, complexidade, peso,

de melhoria, necessidades de informações gerenciais etc. Exemplo de objetivos e necessidades de informação: aumentar a receita ou desenvolver novos segmentos de mercado.

forma e função) utilizados para derivar as estimativas de esforço, custo e cronograma do projeto.

- SP 1.4 – determinar as estimativas de esforço e custo. As estimativas de esforço e custo são geralmente baseadas nos resultados de análises de modelos e/ou dados históricos aplicados ao tamanho, atividades, e outros parâmetros do planejamento (CMMI, 2006).

Como consequência, a área de processo Monitoramento e Controle do Projeto (*Project Monitoring and Control*) tem como exigência em:

- SP 1.1 – monitorar os valores atuais dos parâmetros do planejamento do projeto, comparando com o plano de projeto, que também está relacionado à realização de medições.

O monitoramento e o controle do processo definidos na prática genérica GP 2.8 envolvem medir os processos e produtos de trabalho produzidos pelos processos, de forma que seja possível manter a visibilidade dos processos, permitindo que ações corretivas sejam executadas. Desta forma, é necessário identificar, para todos os processos, medidas que sejam capazes de apoiar as atividades de monitoramento e controle. Em cada área de processo do CMMI são fornecidos exemplos de medidas para o monitoramento e controle do respectivo processo.

Para atender a SG 1 (estabelecer as estimativas) da área de processo planejamento do projeto, é necessário estimar tamanho ou outros atributos dos produtos e tarefas do projeto, por intermédio de medidas e coletar dados históricos ou dados de modelos que serão utilizados para transformar os atributos dos produtos e tarefas em estimativas de horas de trabalho e custo. São exemplos de medidas de tamanho: número de funções, pontos de funções, linhas de código, número de classes e objetos, número de requisitos, número e complexidade das interfaces, número de páginas, número de entradas e saídas, número de riscos técnicos, volume de dados etc (CMMI, 2006).

Os dados históricos incluem informações de custo, esforço e cronograma dos projetos anteriormente executados em conjunto com os dados utilizados para ponderar as diferenças de tamanho e complexidade (CMMI, 2006).

O monitoramento dos parâmetros do planejamento do projeto (SP 1.1. do processo de Monitoramento e Controle do Projeto) envolve comparar as medidas atuais com as estimativas, a fim de identificar e corrigir os desvios. Por exemplo, se um projeto teve o seu tamanho estimado inicialmente em 100 pontos de função e, após o refinamento dos requisitos, foi feita uma nova contagem, constatando-se que o projeto possui 150 pontos de função, de

posse desta informação, o gerente do projeto pode tomar ações para, por exemplo, negociar novos prazos e custos para o projeto ou priorizar as entregas.

O segundo objetivo a ser cumprido é a coleta, armazenamento, análise e divulgação dos dados e resultados das atividades de medição e análise.

O armazenamento de informações relacionadas às medições possibilitará o uso futuro dos dados e resultados históricos. As informações relacionadas às medições são necessárias a fim de fornecer o contexto para a interpretação dos dados e resultados das análises. As informações contêm ou referenciam dados necessários ao entendimento e interpretação das medidas a fim de avaliar se elas são razoáveis e aplicáveis. Os projetos podem escolher armazenar os dados e resultados em um repositório específico do projeto (CMMI, 2006).

No nível 2, a institucionalização do processo gerenciado pode ser feita de maneira independente em cada projeto. Sendo assim, cada projeto pode definir o seu processo e artefatos de medição e análise.

2.3.5.3 *Medição no Nível 3 do CMMI*

Uma organização que está no nível de maturidade 3 atende a todos os objetivos das áreas de processo dos níveis de maturidade 2 e 3. A organização estabelece e mantém um conjunto de ativos de processos organizacionais (*organizational process assets*). Os ativos de processos organizacionais são artefatos relacionados com a descrição, implementação e melhoria dos processos (exemplo: políticas, medidas, descrições de processos e ferramentas de apoio à implementação dos processos) (CMMI, 2006). O conjunto de ativos de processos organizacionais é formado por:

- processos padrão da organização;
- descrições de modelos de ciclo de vida utilizados na organização;
- diretrizes e critérios de adaptação do conjunto de processos padrões da organização para os projetos² e
- repositório organizacional de medidas.

O *repositório organizacional de medidas* é utilizado para armazenar e tornar disponíveis as medidas dos processos e produtos de trabalho, particularmente aqueles relacionados ao conjunto de processos-padrão da organização (CMMI, 2006). As medidas contidas no repositório são escolhidas de acordo com a sua capacidade de fornecer

² No nível 3, cada projeto é executado seguindo um **processo definido** que é uma adaptação do processo-padrão organizacional, de acordo com as diretrizes e critérios de adaptação definidos pela organização.

visibilidade do desempenho dos processos e dar apoio para o alcance dos objetivos de negócio da organização.

No nível 3, as fontes para a identificação dos objetivos e necessidades de informação podem vir do projeto ou da organização, vindo de fontes como (CMMI, 2006):

- planejamento estratégico,
- monitoramento e controle dos processos,
- objetivos gerenciais estabelecidos,
- plano do projeto,
- entrevistas com gerentes e outros *stakeholders* que precisam de informações,
- requisitos formais ou obrigações contratuais e
- planos de melhoria.

De forma semelhante ao nível 2, após a priorização dos objetivos e necessidades de informação, definem-se os objetivos das medições que, por sua vez são refinados em especificação de indicadores e medidas, e procedimentos de coleta, armazenamento e análise.

Assim como as medidas, as ferramentas e os procedimentos de coleta, armazenamento e análise desenvolvidos irão satisfazer toda a organização. Aqueles projetos que precisarem de outros objetivos (ou medidas) devem fazê-lo como forma de complementar o que está definido para a organização.

Além dos objetivos e necessidades de informação identificados no nível 2, são identificados os seguintes objetivos e necessidades de informação relacionados às áreas de processo do nível 3:

- em GP 2.8 (Monitorar e Controlar o Processo) é requerido o monitoramento e controle, através de medições, de todos os processos, o que agora inclui medições para os processos introduzidos neste nível;³
- em GP 3.2 (Coletar Informações de Melhoria) é requerido que sejam coletadas, entre outros itens, medidas e resultados de medições para apoiar o uso e melhoria dos processos e ativos de processo. Isto, inclui todos os processos relacionados aos níveis 2 e 3 do CMMI;

³ Isto significa que além de realizar medições para os processos relacionados ao nível 2 do CMMI (gerência de requisitos, planejamento do projeto, monitoramento e controle de projeto, gerência de acordo com o fornecedor, medição e análise, garantia da qualidade do processo e do produto, gerenciamento de configuração), tem-se agora medições para os demais processos relacionados ao nível 3 (desenvolvimento dos requisitos, solução técnica, integração de produto, verificação, validação, foco no processo organizacional, definição do processo organizacional, treinamento organizacional, gerenciamento integrado do projeto, gerenciamento dos riscos, análise e tomada de decisão).

- na área de processo Foco no Processo Organizacional (*Organizational Process Focus*) tem-se o seguinte requisito – SP 1.3 (Identificar melhorias nos processos da organização). Estas melhorias têm como foco os processos e ativos da organização. A análise dos resultados das medidas relacionadas aos processos é uma das formas de identificação das melhorias candidatas a implementação;
- na área de processo Gestão Integrada do Projeto (*Integrated Project Management*) têm-se os seguintes requisitos:
 - SP 1.2 (Usar os ativos de processo para as atividades de planejamento do projeto), o que inclui o uso do repositório de medidas.⁴ O repositório de medidas deve apoiar as estimativas dos parâmetros do projeto, o que inclui (CMMI, 2006)
 - uso de dados históricos apropriados de projetos similares;
 - identificação e registro das similaridades e diferenças entre o projeto corrente e os projetos cujos dados históricos serão utilizado;
 - validação dos dados históricos de forma independente; e
 - registro das razões e suposições usadas na seleção dos dados históricos.
 - SP 1.4 (Integrar os planos), está incluído incorporar no plano do projeto as definições das medidas e as atividades de medição e análise necessárias para gerenciar o projeto.

Enquanto no nível 2 é suficiente que cada projeto tenha o seu repositório de medidas, no nível de maturidade 3 é necessária a utilização de um *repositório organizacional de medidas* para apoiar as atividades de coleta, análise e divulgação.

A institucionalização de um processo definido de medição e análise, no nível 3 do CMMI, envolve o atendimento a todos os requisitos de um processo de Medição e Análise gerenciado (nível 2), o estabelecimento de um processo organizacional de medição e análise, a coleta de produtos de trabalho, medidas e informações derivadas do planejamento, e execução do processo.

⁴ A sub-prática 2 de SP1.2 trata, especificamente, do uso do repositório de medidas durante o planejamento do projeto.

2.4 MMR

Em Palza e Abram (2003) é proposto o *Multidimensional Measurement Repository* (MMR), desenvolvido para atender as necessidades de informações da *Ericsson Research Canada*. O MMR foi baseado na área de processo de Medição e Análise do CMMI, na norma ISO/IEC 15939 (*Processo de Medição de Software*) e no PSM.

Para atender aos requisitos de um repositório de medidas definido no nível de maturidade 2 do CMMI, o MMR permite armazenar medidas básicas e gerar as medidas derivadas com cálculos definidos através serviços *Online Analytical Process* (OLAP).

No nível 3 de maturidade, o MMR pode ser utilizado de maneira integrada na organização, podendo ser adaptado para os projetos, possibilitando o armazenamento dos resultados das medidas derivadas de indicadores de processos planejados e executados.

O MMR armazena dados de medições de vários projetos e permite que estes sejam analisados para o estabelecimento das *baselines* de desempenho dos processos da organização, auxiliando assim na gerência quantitativa dos processos, que é um requisito do nível de maturidade 4. A ferramenta permite, também, a exportação dos dados em diferentes formatos para análises estatísticas quando for necessária uma avaliação mais específica.

Para o nível de maturidade 5, como é necessário medir as melhorias implantadas continuamente nos processos e tecnologias da organização, o MMR auxilia no estabelecimento de medidas para determinar o valor de cada melhoria de processo e de tecnologia relacionada aos objetivos de desempenho do processo e qualidade da organização.

Embora os autores considerem que o MMR facilitou a implementação do CMMI e que alguns requisitos deste modelo são atendidos pelo repositório construído, não é possível afirmar que o MMR atende a todos os requisitos do CMMI relacionados à medição e análise. Por exemplo, não está claro que além das medidas são armazenadas outras informações para auxiliar no entendimento e utilização das medidas armazenadas. Além disso este trabalho não apresenta um guia ou abordagem para construção do repositório e não disponibiliza o acesso à repositório construído. As informações que devem ser armazenadas no repositório não são apresentadas pelo autor de forma consolidada, sendo apenas exemplificadas no decorrer do artigo. O trabalho também não aborda a organização das informações contidas no repositório.

2.5 Conclusão

Este capítulo apresentou alguns conceitos relacionados a um programa de medição e análise e relacionou vários motivos para o uso da medição e análise nas atividades de desenvolvimento de software.

Foram descritos os principais modelos e padrões da área de medição, buscando identificar informações para a construção de um repositório de medidas. Dentre os modelos analisados, somente o CMMI e o MPS.BR apresentavam requisitos para a construção do repositório. Os demais modelos limitam-se a mostrar pequenos exemplos de informações relacionadas a um repositório, como um plano de medição ou uma especificação de medida. Em nenhum dos modelos são encontradas informações sobre como estruturar ou organizar o conteúdo do repositório.

Foi também apresentado um repositório descrito em (PALZA e ABRAN, 2003) que atende alguns requisitos de medição do CMMI desenvolvido para suportar as necessidades de informações da *Ericsson Research Canada*. Desse trabalho, surgiu a idéia de elencar todos os requisitos de um repositório de medidas e construir uma proposta visando ao atendimento destes requisitos. O resultado é apresentado no próximo capítulo.

Capítulo 3

Proposta de um Repositório de Medidas para os Níveis 2 e 3 do CMMI

Este capítulo tem como objetivo apresentar os requisitos para um repositório de medidas compatível com os níveis 2 e 3 do CMMI e uma proposta para organizar o seu conteúdo.

A implementação de medições, em organizações de software, de forma aderente aos modelos MR MPS.BR e CMMI, requer a definição e utilização de um repositório de medidas. A implementação deste repositório deve obedecer a um conjunto de requisitos, de acordo com o nível de maturidade da organização.

Este capítulo identifica, nos níveis 2 e 3 do CMMI, os requisitos de um repositório de medidas e propõe uma estrutura e conteúdo do repositório de medidas para atender a estes requisitos. Embora o foco do trabalho seja o CMMI, dada a compatibilidade deste modelo com o MR MPS.BR, é imediato o atendimento aos requisitos dos níveis equivalentes do MR MPS.BR.

A proposta do repositório de medidas teve como objetivos, além do atendimento dos requisitos do CMMI para os níveis em questão, a construção de um modelo que fosse fácil de aplicar, independentemente de tecnologia ou ferramenta, e que servisse de orientação para organizações que necessitam implementar um repositório de medidas.

Nesta abordagem, utiliza-se a expressão repositório de medidas para qualquer repositório que contenha dados e outras informações resultantes das atividades de medição e análise.

3.1 Requisitos e Repositório de Medidas para o Nível 2 do CMMI

Após a análise feita no Capítulo 2, foi possível estabelecer um conjunto de requisitos para um repositório de medidas aderente ao nível 2 do CMMI (Tabela 3-1). Cada requisito foi identificado através do numeral “2”, referente ao nível de maturidade 2, e um número sequencial. Os requisitos apresentados são tipicamente atendidos pelos projetos. Para cada

| | | |
|---|--|------------|
| <p>2.4. Armazenar informações que permitam o entendimento e utilização dos dados. Ex.: plano de medição, especificação das medidas, especificação dos procedimentos de coleta, armazenamento e análise e resultados das análises.</p> | <p>PA de medição e análise</p> <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.1 – estabelecer os objetivos da medição. • SP 1.2 – especificar medidas. • SP 1.3 – especificar procedimentos de coleta e armazenamento. • SP 1.4 – especificar procedimentos de análise • SP 2.3 – armazenar dados e resultados. • SP 2.4 – comunicar os resultados. | <p>Sim</p> |
|---|--|------------|

Considera-se que, embora não seja obrigatória a construção de um repositório organizacional de medidas no nível de maturidade 2, é necessário que os dados e resultados das atividades de medição e análise sejam armazenados em algum repositório. Este repositório pode ser ou não o repositório organizacional de medidas.

No nível de maturidade 2, o repositório de medidas pode fazer parte do repositório do projeto (Figura 3-1). As medidas, assim como os demais itens do repositório, podem ser armazenadas em documentos, planilhas, softwares ou outros recursos. Algumas vezes, contudo, não é possível armazenar dentro do repositório do projeto todos os documentos, planilhas e ferramentas, ou outros recursos que contêm as medidas, pois alguns deles podem ser comuns a vários projetos ou conter outros dados da organização (Figura 3-2).



Figura 3-1 Exemplo de organização de um repositório de medidas como parte integrante do repositório do projeto – nível de maturidade 2.

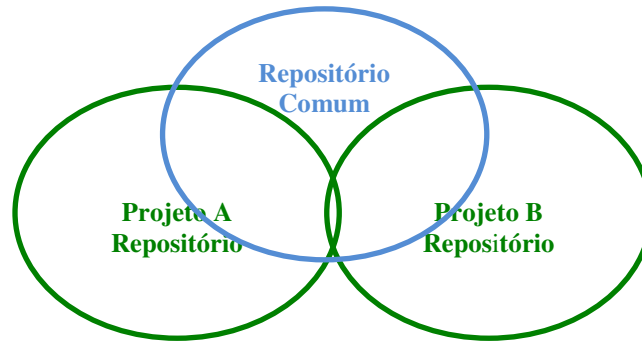


Figura 3-2 Exemplo organização de um repositório de medidas com recursos comuns a múltiplos projetos – nível de maturidade 2.

Dentre os requisitos do repositório de medida para o nível 2, definidos na Tabela 3-1, é solicitado que sejam armazenadas, também, as informações necessárias para o entendimento e utilização dos dados armazenados. Como no nível de maturidade 2 a utilização e a divulgação podem ficar restritas a cada projeto, então, além dos dados, das especificações de medidas e dos resultados das análises, é interessante armazenar também o plano de medição que pode conter informações complementares às especificações (exemplo: controle de acesso aos dados). Desta forma, o repositório de medidas – nível de maturidade 2, é formado de: (i) plano de medição, (ii) um conjunto de especificações de medidas, e (iii) medidas e resultados das análises. O conjunto de todos estes itens é que formará o repositório de medidas no nível 2. As medidas definidas, para compor o repositório, são uma sugestão e um conjunto inicial.

Nas próximas subseções, detalha-se cada componente do repositório do nível 2.

3.1.1 Plano de Medição

Assim como outros planos complementares ao plano de projeto, o plano de medição pode ser separado do plano do projeto ou fazer parte dele. O plano de medição deve ser elaborado de forma semelhante a um plano de projeto, contendo todos os itens do planejamento relevantes para obter o entendimento, comprometimento e desempenho de indivíduos, grupos e organizações que devem executar ou apoiar o plano.

Em organizações de nível 2, é necessário que cada projeto elabore o seu respectivo planejamento para as atividades de medição. Na Tabela 3-2 é apresentado um modelo de plano de medição e análise. O modelo foi elaborado com suporte nas sugestões descritas no GDSM, PSM, CMMI e MR MPS.BR. O plano aborda: os objetivos ou necessidades de informação a serem alcançados; as possíveis priorizações para direcionar as atividades;

descreve a organização do repositório de medidas; as responsabilidades pelas atividades de medição e análise detalhadas no cronograma; a infra-estrutura necessária; o tratamento aos riscos do programa de medição , e as estimativas de esforço, custo e prazo das atividades de medição e análise.

Tabela 3-2 Modelo de plano de medição – nível de maturidade 2.

| | |
|---|--|
| Objetivo | <Definir o objetivo do plano de medição. Ex.: Definir os objetivos, estratégias, responsabilidades e controle das atividades de medição e análise para o projeto Omega.> |
| Objetivos e necessidades de informações, objetivos das medições, indicadores e medidas | <Apresentar ou referenciar: - Os objetivos e necessidades de informação tratados no plano de medição e análise, assim como os objetivos das medições, indicadores e medidas capazes de satisfazê-los. - Especificações das medidas, procedimentos de coleta, análise e divulgação. - Possíveis categorizações ou priorizações.> |
| Repositório de medidas | <Descrição, organização e controle de acesso do repositório de medidas.> |
| Recursos humanos | <Definir o planejamento: da alocação das pessoas (início, término, dedicação, previsões de afastamentos), planejamento dos treinamentos a serem realizados, papéis e responsabilidade de cada indivíduo alocado etc.> |
| Infra-estrutura | <Definir os equipamentos, ferramentas, softwares e outros recursos relevantes.> |
| Cronograma | <Definir as atividades relacionadas à medição e análise, ex.: definição de medidas, coleta de dados, realização reunião de acompanhamento das atividades, divulgação dos resultados dos indicadores etc.> |
| Riscos | <Identificação, priorização, análise de impacto, probabilidade de ocorrência dos riscos.> |
| Estimativas | <Definir as estimativas de esforço, custo e prazo das atividades de medição e análise.> |

3.1.2 Especificações de Medidas

Dentre as medidas do repositório de medidas do nível 2, devem existir medidas para atender aos requisitos contidos na Tabela 3-1.

As Figuras 3-3 e 3-4 apresentam exemplos de desdobramento de objetivos ou necessidades de informação em objetivos de medição, indicadores e medidas. Os exemplos resumem os passos 1, 5, 6 e 7 do GDSM (Tabela 2-2).

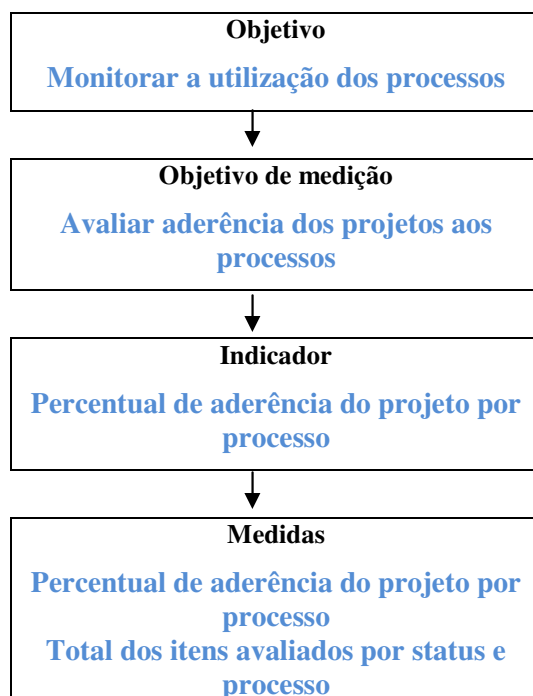


Figura 3-3 Primeiro exemplo de medidas a partir derivação de objetivos ou necessidades de informação.

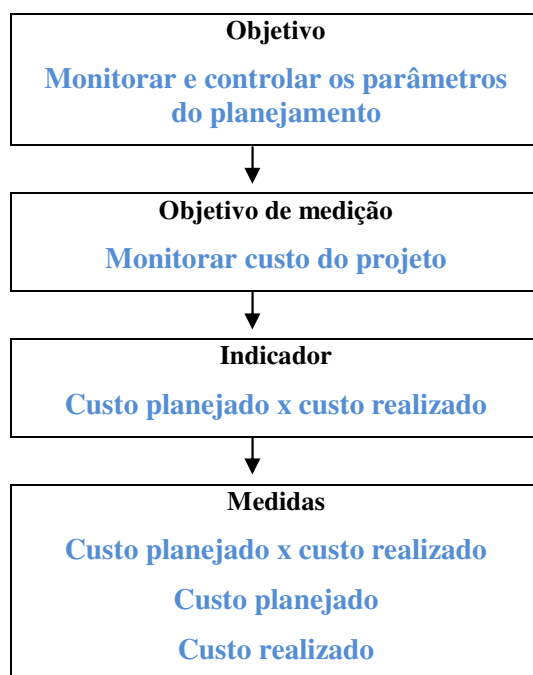


Figura 3-4 Segundo exemplo de derivação de medidas a partir de objetivos ou necessidades de informação.

Posteriormente, é necessário que as medidas selecionadas sejam definidas. Por isso, foi proposto nesta abordagem um modelo para documentar as medidas, nomeado de modelo

de especificação de medidas, apresentado na Tabela 3-3. O modelo foi baseado nas sugestões encontrados no MR MPS.BR, CMMI e PSM.

Tabela 3-3 Modelo de especificação de medidas.

| Informações gerais | |
|---|---|
| Nome da medida | Nome da medida. |
| Objetivo ou necessidade de informação | Objetivo ou necessidade de informação que originou a medida. |
| Objetivo da medição | Objetivo da medição derivado do objetivo ou necessidade de informação à qual esta medida está relacionada. |
| Definição da medida | Definição detalhada da medida. |
| Tipo de medida | Valores possíveis: base ou derivada. |
| Fórmula de cálculo | Especificação da fórmula de cálculo da medida. Se for uma medida básica, então não há. |
| Unidade de medida | Percentual, número, horas etc. |
| Informações para a coleta e armazenamento | |
| Fonte(s) de dados | Local onde os dados serão encontrados, como documentos, telas dos sistemas, base de dados e ferramentas. Ex.: campo “tamanho da equipe” do respectivo projeto, contido no sistema de acompanhamento de projetos. |
| Procedimento de coleta e armazenamento | Definir de forma detalhada e precisa como, onde e quando os dados serão coletados. O procedimento deve fornecer todos os dados para que a coleta seja realizada sem ambigüidades. Como coletar: detalhamento de como será feita a coleta: que dados contam para a medição (o que será incluído ou excluído na medição). Onde armazenar: local de armazenamento dos dados. |
| Periodicidade e momento da coleta | Frequência da coleta de dados (ex.: mensal, quinzenal, bimensal, anual) e o momento da coleta (início do mês, durante as reuniões de monitoramento etc). |
| Responsável | Nome da área organizacional ou papel que será responsável pela coleta, verificação e armazenamento do dado. Caso seja informado o papel vale lembrar que o nome da pessoa deverá estar registrado em outro documento. |
| Procedimento de verificação | Procedimento que garantirá a integridade dos dados que serão coletados. O procedimento deve garantir (pode ser por amostragem) que a medida base reflete a realidade e a medida derivada realizou a derivação correta. Ex.: Consistência entre datas reais – data de início < data final. |

Tabela 3-3 Modelo de especificação de medidas (continuação).

| Informações para análise | |
|---|---|
| É um indicador | Sim ou Não. |
| Parâmetros | <p>Definir os parâmetros utilizados na análise. Ex.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • situação 1 => medida $xpto \leq 0$, as entregas estão sendo antecipadas ou em dia; • situação 2 => $0 < medida\ xpto < 10\%$, as entregas estão com um pequeno atraso; • situação 3 => Se $10\% \leq medida\ xpto < 20\%$, as entregas estão ocorrendo com um atraso considerável; e • situação 4 => Se $20\% \leq medida\ xpto$, as entregas estão ocorrendo com um grande atraso. <p>Meta: situação 1 ou situação 2.</p> |
| Procedimento de análise | <p>Detalhar como a análise dos dados será conduzida. Deve-se definir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - como analisar – as comparações e análises a serem feitas. - ações corretivas – ações a serem tomadas caso a meta não seja atingidas. - como executar a revisão da efetividade do indicador – são as atividades feitas para validar se a forma de apresentação, a forma de análise, os envolvidos e o tempo de disponibilização do indicador estão atendendo as necessidades de todos <i>stakeholders</i> e possibilitando a tomada de decisões efetivas. - onde armazenar – local onde os resultados estarão armazenados após a análise. <p>Obs.: caso seja necessário ter várias análises, devem ser definidas todas as análises necessárias.</p> |
| Periodicidade e momento da análise | Frequência da análise de dados (mensal, quinzenal, bimensal, anual) e o momento da análise (início do mês, logo após a coleta etc). |
| Responsável | Nome da área organizacional ou função que será responsável pela análise. Caso seja informado a função, vale lembrar que o nome da pessoa deverá estar registrado em outro documento. |
| Relatórios | Especificar os relatórios a serem produzidos e a forma de apresentação (por exemplo: histograma, distribuições, boxplot, gráfico de seqüência, gráfico de pizza, gráfico de barras) e o local de armazenamento dos relatórios. Ex.: histograma com apresentação dos últimos oito trimestres. O registro da análise é realizado no próprio gráfico. O gráfico deve ser armazenado no repositório X. |

Tabela 3-3 Modelo de especificação de medidas (continuação).

| Informações para a divulgação | |
|--|---|
| Procedimento | <p>Detalhar como será conduzida a divulgação. Definir: a forma de divulgação (via <i>e-mail</i> para <i>stakeholders</i>, publicação na intranet etc), as ferramentas e o material utilizado na divulgação etc.</p> <p>Exemplo: apresentação dos resultados (relatório e análise prévia) nas reuniões de acompanhamento do projeto para avaliação pela equipe de projeto antes da publicação na intranet.</p> |
| Periodicidade e o momento da divulgação | Definir a frequência (exemplo: mensal, quinzenal, bimensal, anual etc) e o momento da divulgação (início do mês, durante a reunião de acompanhamento do projeto etc). |
| Responsável | Nome da área organizacional ou função que será responsável pela divulgação dos resultados. Caso seja informado a função, vale lembrar que o nome da pessoa deverá estar registrado em outro documento. |
| Destino | Nome dos cargos na empresa que receberão a divulgação dos dados, bem como pessoas específicas internas ou externas à organização que utilizam os dados. |

O modelo é formado por quatro grandes itens:

- informações gerais, que contém a definição operacional da medida e o rastreamento da medida aos objetivos que a originaram;
- informações para a coleta de dados, que definem onde estão os dados, como deve ser feita a coleta, como armazenar o dado coletado, quando coletar, quem deve coletar e qual o procedimento utilizado para garantir a integridade dos dados coletados;
- informações para a análise, que descrevem o procedimento e os parâmetros utilizados na análise dos dados coletados, assim como quem deve executar a análise e os resultados produzidos pelo procedimento de análise; e
- informações para a divulgação, que contém a forma, ferramentas e materiais utilizados na divulgação dos dados, assim como o responsável pela análise de dados e os envolvidos que receberão os resultados.

Na definição da medida é necessário serem especificados os procedimentos para coleta, armazenamentos, análise e divulgação.

O modelo de especificação de medidas foi elaborado para conter definições de indicadores ou medidas. Se for feita a especificação de uma medida que é também indicador devem ser preenchidas todas as informações. Caso contrário, só precisam ser completadas as informações gerais e as informações para a coleta e armazenamento.

As Tabelas 3-4 e 3-5 apresentam a medida (que também é um indicador) de “percentual de aderência do projeto por processo” e sua medida-base “total de itens por status, respectivamente. Estas medidas foram derivadas do objetivo “monitorar a utilização dos processos” solicitado no requisito 2.2 do repositório de medidas do nível 2 Tabela 3-1.

Tabela 3-4 Primeiro exemplo de especificação de medida.

| | |
|--|---|
| Identificador | Medida1 |
| Nome da medida | Percentual de aderência do projeto por processo (processo) |
| Objetivo ou necessidade de informação | Monitorar a utilização dos processos. |
| Objetivo da medição | Avaliar aderência dos projetos aos processos. |
| Definição da medida | Mede o percentual de aderência de um projeto avaliado para cada um dos seguintes processos: <ul style="list-style-type: none"> • gerência de requisitos • gerência do projeto • gerência de acordo com o fornecedor • medição e análise • gerência de configuração |
| Tipo de medida | Derivada. |
| Fórmula | Para cada um dos processos: medida1 (processo) = medida2 (“conforme”, processo) / (medida2 (“conforme”, processo) + medida2 (“não conforme”, processo) + medida2 (“não se aplica”, processo)) * 100 |
| Unidade de medida | Percentual |

Tabela 3-5 Segundo exemplo de especificação de medida

| | |
|--|--|
| Identificador | Medida2 |
| Nome da medida | Total de itens avaliados por status e processo (status, processo) |
| Objetivo ou necessidade de informação | Monitorar a utilização dos processos. |
| Objetivo da medição | Avaliar aderência dos projetos aos processos. |
| Definição da medida | Mede o total de itens contidos em uma avaliação de qualidade de um projeto, relacionados a um determinado processo, para cada um dos seguintes status: <ul style="list-style-type: none"> • conforme • não conforme • não se aplica |
| Tipo de medida | Base. |
| Fórmula | Medida2 (status, processo) = somatório de itens da avaliação relacionados ao status e processo. |
| Unidade de medida | Unidade. |

3.1.3 Medidas e Resultados das Análises

As medidas são os dados coletados a partir das especificações, originadas de uma medida base ou medida derivada. O conjunto de medidas derivadas, normalmente, pode ser gerado das medidas base, sendo desnecessário o seu armazenamento. Pode ser apropriado, contudo, armazenar os resumos dos dados derivados (ex.: gráficos, tabelas de resultados, ou relatórios) (CMMI, 2006).

Nesta abordagem, utiliza-se um modelo de documento para apoiar o registro dos dados e resultados das análises de determinado indicador, de forma consolidada, nomeado de *modelo de indicador*. Este modelo é apresentado na Tabela 3-6. O modelo de indicador é formado pelo nome do indicador, período em que a coleta foi realizada, os dados coletados, uma representação gráfica dos dados, informações adicionais que auxiliarão na análise de dados, como os parâmetros da análise e meta definida para o indicador e as conclusões feitas a partir destas informações.

Tabela 3-6 Modelo de indicador.

| Campo | Descrição |
|--|--|
| Nome do indicador | Nome do indicador. |
| Período da coleta | Mês e ano referentes ao final da coleta. |
| Dados coletados | São as medidas que formam o respectivo indicador. |
| Representação gráfica | Gráficos, histogramas, tabelas apresentando as medidas coletadas. |
| Informações complementares para análise | Ex.: parâmetros utilizados na análise, fórmulas das medidas utilizadas, metas definidas para o indicador etc. |
| Resultados da análise | Análise do indicador e ações corretivas definidas quando o indicador não consegue atender a sua respectiva meta. < Análise: analisar em qual situação se encontram a maioria dos requisitos e avaliar com o planejado, justificando as divergências e solicitações de alteração. < Ações corretivas: caso necessário, criar plano de ação buscando soluções para evitar atrasos no projeto.> |

Uma instância do modelo de indicador é apresentada na Tabela 3-7. O exemplo foi elaborado para o indicador *Percentual de aderência do projeto por processo*, definido na Tabela 3-4 e na Tabela 3-5.

Tabela 3-7 Exemplo de indicador.

| Nome do indicador | Percentual de aderência do projeto por processo | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|----------|-------------|------------------------|--------|----------------------|--------|-----------------------------------|--------|-------------------|--------|--------------------------|--------|
| Período da coleta | 01/03/2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dados coletados | | Gerência de requisitos | Gerência de Projetos | Gestão de acordo com o fornecedor | Medição e análise | Gerência de configuração | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Status</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Conforme | 30 | 17 | 13 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| | Não conforme | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 | | | | | | | | | | | | |
| | Não se aplica | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | % Aderência | 85,71% | 94,44% | 81,25% | 88,89% | 53,33% | | | | | | | | | | | | |
| Representação gráfica | <p>Percentual de aderência do projeto por processo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Processo</th> <th>% Aderência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gerência de Requisitos</td> <td>85,71%</td> </tr> <tr> <td>Gerência de Projetos</td> <td>94,44%</td> </tr> <tr> <td>Gestão de Acordo com o Fornecedor</td> <td>81,25%</td> </tr> <tr> <td>Medição e Análise</td> <td>88,89%</td> </tr> <tr> <td>Gerência de Configuração</td> <td>53,33%</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | Processo | % Aderência | Gerência de Requisitos | 85,71% | Gerência de Projetos | 94,44% | Gestão de Acordo com o Fornecedor | 81,25% | Medição e Análise | 88,89% | Gerência de Configuração | 53,33% |
| Processo | % Aderência | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gerência de Requisitos | 85,71% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gerência de Projetos | 94,44% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gestão de Acordo com o Fornecedor | 81,25% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Medição e Análise | 88,89% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gerência de Configuração | 53,33% | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Informações complementares para análise | <p>Para cada processo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • se % aderência < 50% => % de aderência do projeto ao projeto está baixo; • se 50 % ≤ % aderência < 70% => % de aderência do projeto ao projeto está médio; • se 70% ≤ % aderência => % de aderência do projeto ao projeto está alto; • Meta: o percentual de aderência do projeto ao processo deve ser alto. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultado da análise | <p>Análise: os percentuais de aderência nos processos foram altos, exceto no processo de gerência de configuração. A pouca experiência do gestor de configuração na ferramenta utilizada e no processo contribuiu para o resultado da avaliação abaixo do esperado. Acredita-se que a intensificação das orientações da QA no processo de gerência de configuração e o treinamento do gestor de configuração irão melhorar a aderência nas próximas avaliações.</p> <p>Ações corretivas: ministrar treinamento na ferramenta de gestão de configuração até o final do mês subsequente.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3.2 Requisitos e Repositório de Medidas para o Nível 3 do CMMI

Para se atingir o nível 3 de maturidade do CMMI, é necessário que um repositório organizacional de medidas seja criado, mantido e seu conteúdo divulgado. O repositório de medições, construído no nível 2, será a base para a construção do repositório de medidas do nível 3. É esperado que a organização implemente uma das soluções seguintes:

- (i) um repositório organizacional de medidas que é complementado por outros repositórios construídos no nível 2. Nesta situação cada repositório de projeto poderia ter informações relevantes somente ao respectivo projeto. Por exemplo: o indicador de “percentual de casos de uso por *status*” é útil para o monitoramento do projeto durante o seu desenvolvimento, mas ao final do projeto é de se esperar que, em todos os projetos, 100% dos requisitos estivessem com o *status* de homologado. Este tipo de informação pode ser interessante somente ao projeto; ou
- (ii) um repositório organizacional de medidas que consolida todas as medições. Neste caso, a organização opta por ter somente um repositório, armazenando nele todas as informações de medidas e resultados das análises neste repositório.

Para os dois casos, foi elencado um conjunto de requisitos para o repositório de medidas no nível 3. Os requisitos descritos na Tabela 3-8 representam a união de todos os requisitos a serem atendidos neste nível no que se refere a repositório de medidas, já que é possível haver vários repositórios de medição na organização.

Cada requisito foi identificado por meio do numeral “3” referente ao nível de maturidade 3, e um número seqüencial. Foram destacados em negrito os requisitos adicionais em relação ao repositório do nível 2. Os requisitos apresentados podem ser atendidos no nível dos projetos e/ou no plano organizacional. Para cada requisito, foram identificados a prática ou objetivo e a área de processo que este requisito buscou atender e se este requisito é obrigatório.

Tabela 3-8 Requisitos necessários de um repositório de medidas no nível de maturidade 3 do CMMI.

| Requisitos | CMMI | Obrigatório |
|--|--|--|
| 3.1. Armazenar dados relacionados às estimativas dos parâmetros do planejamento do projeto. Ex.: tamanho, custo, esforço, prazo. | PA planejamento do projeto <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.2 – estabelecer as estimativas dos produtos de trabalho e tarefas; e • SP 1.4 – determinar as estimativas de esforço e custo. | Sim |
| 3.2. Armazenar dados relacionados ao monitoramento e controle do desempenho e progresso do projeto: <p>(i) monitoramento dos valores atuais dos parâmetros do planejamento. Ex.: progresso, tamanho, custo, esforço e prazo, (planejados e realizados);</p> <p>(ii) monitoramento dos compromissos do projeto;</p> <p>(iii) monitoramento dos riscos do projeto;</p> <p>(iv) monitoramento da gestão de dados do projeto; e</p> <p>(v) monitoramento do envolvimento dos <i>stakeholders</i> relevantes.</p> | PA medição e análise <ul style="list-style-type: none"> • SP 2.3 – armazenar dados e resultados. PA monitoramento e controle do projeto: <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.1 – monitorar os parâmetros do planejamento do projeto . PA monitoramento e controle do projeto <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.2 – monitorar os compromissos do projeto. PA monitoramento e controle do projeto <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.3 – monitorar os compromissos PA monitoramento e controle do projeto <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.4 – monitorar a gestão de dados. PA monitoramento e controle do projeto <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.5 – monitorar o envolvimento dos <i>stakeholders</i>. | Sim <p>Não, se o monitoramento for feito por análise dos compromissos planejados e realizados.</p> <p>Não, se o monitoramento for feito por da análise dos riscos.</p> <p>Não, se o monitoramento for feito pela revisão das atividades da gestão de dados.</p> <p>Não, se o monitoramento for feito pela análise do envolvimento dos <i>stakeholders</i>.</p> |
| 3.3. Armazenar dados relacionados ao monitoramento e controle dos processos institucionalizados ⁶ . | GP 2.8 – Monitorar e controlar o processo. | Sim |

⁶ No nível 3 do CMMI isto se refere aos processos relativos às áreas de processo de gerência de requisitos, planejamento de projeto, monitoramento e controle de projeto, gerência de acordo com o fornecedor, medição e análise, garantia da qualidade do processo e do produto, gerência de configuração, desenvolvimento dos requisitos, solução técnica, integração de produto, verificação, validação, foco no processo organizacional, definição do processo organizacional, treinamento organizacional, gestão integrada do projeto, gestão de riscos, análise e tomada de decisão.

Tabela 3-8 Requisitos necessários de um repositório de medidas no nível de maturidade 3 do CMMI (continuação).

| | | |
|---|---|-------------------|
| <p>3.4. Armazenar informações que permitam o entendimento e utilização dos dados coletados. Ex.: plano de medição, especificação das medidas, especificação dos procedimentos de coleta, armazenamento e análise e resultados das análises.</p> | <p>PA medição e análise</p> <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.1 -estabelecer os objetivos da medição; • SP 1.2 – especificar medidas; • SP 1.3 – especificar procedimentos de coleta e armazenamento; • SP 1.4 – especificar procedimentos de análise; • SP 2.3 – armazenar dados e resultados; e • SP 2.4 – comunicar os resultados. | <p>Sim</p> |
| <p>3.5. Armazenar dados históricos para auxiliar nas estimativas dos parâmetros dos projetos.</p> | <p>PA de gerenciamento integrado do projeto</p> <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.2 – usar os ativos de processos para as atividades de planejamento do projeto. | <p>Sim</p> |
| <p>3.6. Armazenar no repositório organizacional de medidas, os dados do conjunto de medidas comuns à organização.</p> | <p>PA de definição do processo organizacional</p> <ul style="list-style-type: none"> • SP 1.4 –estabelecer o repositório organizacional de medidas; e • GP 3.2 – coletar informações de melhoria. | <p>Sim</p> |

Os requisitos 3.1 – 3.4 foram herdados do repositório do nível 2 de maturidade, precisando agora sua interpretação à luz do nível de maturidade 3. Foram acrescentados a este repositório os requisitos 3.5 e 3.6, para atender: a SP 1.2 – usar os ativos de processos para as atividades de planejamento do projeto (área de processo de gerenciamento integrado do projeto), a SP 1.4 – estabelecer do repositório organizacional (da área de processo definição do processo organizacional) e a GP 3.2, que orienta o armazenamento das medidas e resultados das atividades de medição no repositório organizacional de medidas.

O repositório de medidas do nível 3 é um dos componentes do conjunto de ativos de processos organizacionais, podendo ser organizado conforme a implementação da área de processo definição do processo organizacional. Ex.: no mesmo repositório pode conter medições e o conjunto de processos padrão, ou eles podem ser armazenados separadamente (CMMI, 2006).

É necessário que as diversas informações contidas no repositório sejam organizadas, a fim de facilitar a sua utilização. Por isso, é apresentada uma proposta para sua estrutura e conteúdo (Figura 3-5), sendo formada por vários componentes. Cada componente é um subconjunto das informações contidas no repositório, de modo que a junção de todos os componentes formará o repositório organizacional de medidas. São dois os tipos de componentes:

- organizacional – contém informações da organização ou informações comum a vários projetos; e
- projeto – contém informações do respectivo projeto.

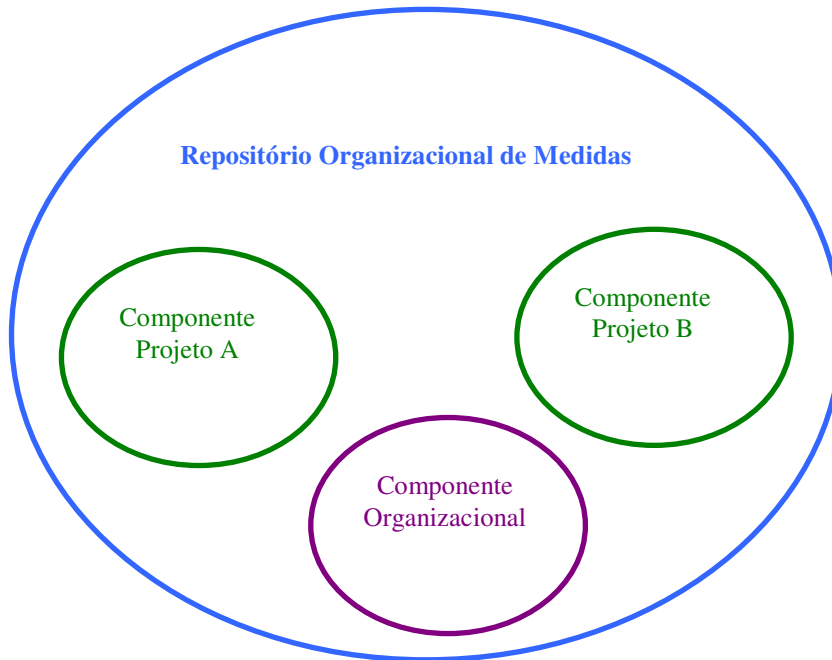


Figura 3-5 Exemplo de organização de um repositório de medições – nível de maturidade 3.

De forma semelhante ao repositório do nível 2, cada componente do repositório organizacional de medidas será formado de: (i) medidas e resultados das análises e (ii) plano de medição, relacionados a um conjunto de (iii) especificações de medidas. Além destes itens, no componente projeto do repositório é necessário também armazenar informações sobre as características do projeto (iv).

3.2.1 Características de projeto

Quando o requisito 3.6 do repositório do nível 3 (Tabela 3-8) é atendido, o repositório de medidas passa a conter um conjunto de medidas comuns aos projetos e à organização. Dentre estas medidas estão aquelas que formarão a base histórica e apoiarão no planejamento dos projetos (requisito 3.5). Para que seja possível a utilização dos dados históricos, é necessário que o repositório contenha ou referencie informações que permitam aos gerentes ponderar similaridades e diferenças entre os projetos.

A Tabela 3-9 apresenta como parte da abordagem uma relação de informações que podem ser utilizadas para auxiliar na escolha das medidas contidas na base histórica de projetos.

Tabela 3-9 Características de projeto.

| | |
|--|---|
| Identificação | Nome do projeto. |
| Status | Situação do projeto. Ex.: em andamento, concluído, suspenso e cancelado. |
| Objetivos | Principais objetivos do projeto. |
| Tipo de produtos gerados | Tipo de produtos gerados ao final do projeto. Ex.: software, hardware e firmware. |
| Área de negócio | A área de negócios que pertence o produto gerado. Ex.: pesquisa-operacional, CRM, ERP, educativo e pesquisa. |
| Ferramentas utilizadas | Principais ferramentas utilizadas no projeto. Ex.: ferramenta de gestão de requisitos, ferramenta de implementação, ferramenta de gestão de configuração, ferramenta de gestão do projeto. |
| Tecnologia | Ex.: Java, J2EE, ..NET, C e C++. |
| Atributos dos produtos de trabalho ou tarefas | Estimativas: <ul style="list-style-type: none"> • tamanho – tamanho do projeto. Ex.: pontos de função. • nº de casos de uso. Valores reais: <ul style="list-style-type: none"> • tamanho – tamanho do projeto. Ex.: pontos de função. • nº de casos de uso. |
| Justificativa das estimativas | Razões ou suposições utilizadas nas estimativas. |

3.2.2 Medidas, Dados e Resultados das Análises

Para auxiliar na organização dos elementos contidos no repositório de medidas (dados, plano, medidas e característica do projeto), foram analisados alguns objetivos ou necessidades de informação, solicitados no repositório de medidas do nível 3 (Tabela 3-8), para identificação do componente (componente organizacional ou componente projeto) onde eles serão armazenados.

As Figuras 3-6 e 3-7 ilustram dois exemplos de indicadores que podem ser utilizados para atender aos objetivos 3.2.(i) (monitorar os valores atuais dos parâmetros do planejamento) e 3.5 (armazenar dados históricos), respectivamente. Comparando os dois exemplos, é possível observar que algumas medidas atendem aos dois objetivos.

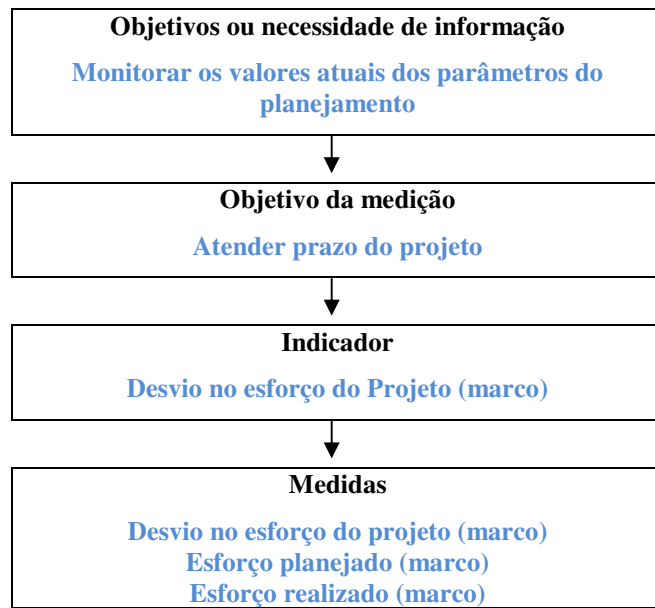


Figura 3-6 Indicador de desvio no esforço do projeto

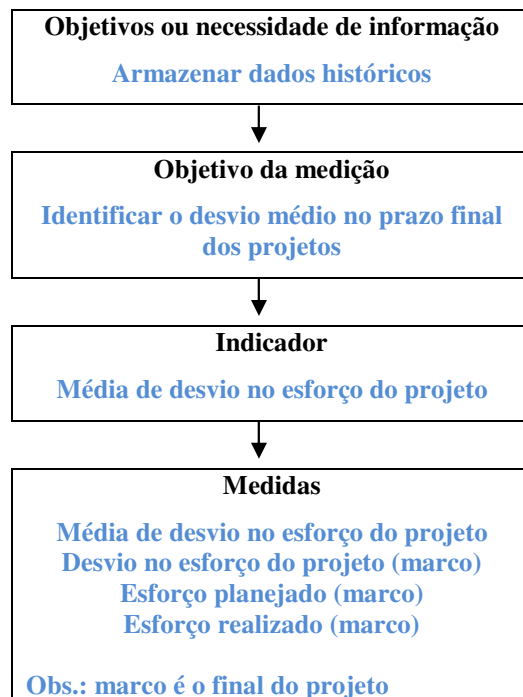


Figura 3-7 Indicador de média de desvio no esforço do projeto.

O indicador de “desvio no esforço do projeto” será coletado e analisado a cada marco do projeto, para auxiliar na identificação das diferenças entre o esforço planejado e o esforço despendido no projeto. As medidas deste indicador são comuns a vários projetos da organização, razão por que, a especificação destas medidas devem ser armazenadas no componente organizacional do repositório de medidas, de forma a evitar a replicação de sua

especificação. Já os dados básicos ou o indicador podem ficar armazenados no componente projeto, pois as medidas estarão relacionadas aos projetos.

O indicador de “média de desvio no esforço do projeto” consolida a média dos desvios dos projetos concluídos em determinado período. A especificação da medida de “média de desvio no esforço do projeto” deve ser armazenada no componente organizacional do repositório, pois é medida relevante para a organização como um todo. Pelo mesmo motivo, os dados e resultados da análise (ou indicador) residirão no componente organizacional.

Após estas análises, foram definidos alguns critérios para ajudar na escolha do que será armazenado em cada componente:

- *componente organizacional* deve armazenar os itens que são comuns a vários projetos ou que sejam relevantes à organização como um todo. Entre eles estão as especificações de medidas e resultados das análises que
 - a. estão relacionadas a objetivos organizacionais ou objetivos de negócio,
 - b. resumem ou sumarizam dados de vários projetos,
 - c. estão relacionadas ao conjunto de medidas comuns da organização e
 - d. especificam o plano de medição organizacional;
- *componente projeto* deve armazenar itens que dizem respeito somente ao projeto, como
 - a. as medidas e resultados das análises relacionadas ao projeto,
 - b. as especificações de medidas do projeto e
 - c. o plano de medição do projeto.

3.2.3 Plano de Medição

No nível de maturidade 3, tipicamente, existem dois tipos de plano de medição: o plano de medição do projeto (já apresentado) e o plano de medição organizacional. É importante ressaltar que, neste nível de maturidade, o plano de projeto normalmente é uma seção do plano de projeto que referencia o plano de medição organizacional. As particularidades das atividades de medição e análise do projeto (ex.: inclusão de outras medidas que são específicas do projeto) também devem ser tratadas nesta seção.

Para elaborar o plano de medição organizacional incluíram-se alguns itens ao plano proposto para o nível 2 (Tabela 3-10):

- riscos – além da identificação e análise dos riscos iniciada no nível 2, no nível 3 é necessário o gerenciamento dos riscos. Embora a principal ênfase da área de processo de gerenciamento de riscos seja o projeto, os conceitos podem também ser aplicados para gerenciamento dos riscos organizacionais (CMMI, 2006); e
- projetos – definições de quais projetos devem seguir o plano de medição organizacional.

Desta forma, o plano de medição elaborado para a organização atenderá a todos os projetos. Em cada plano de projeto podem ser especificadas as medidas que são particulares ao projeto, assim como os demais itens contidos no plano de medição organizacional que não são atendidos, ou o são é de forma diferente no projeto.

Tabela 3-10 Modelo de plano de medição – nível de maturidade 3.

| | |
|---|---|
| objetivo | <Definir o objetivo do plano de medição. Ex.: Definir os objetivos, estratégias, responsabilidades e controle das atividades de medição e análise para o projeto Omega.> |
| projetos | <Definir os projetos que devem seguir ao plano de medição e análise. Ex.: Todos os projetos da organização devem executar as atividades de medição e análise conforme definido neste plano. Os projetos que necessitarem de outros indicadores diferentes dos indicadores definidos para a organização devem fazer o seu próprio planejamento para as atividades de medição e análise.> |
| objetivos e necessidades de informações, objetivos das medições, indicadores e medidas | <Apresentar ou referenciar: - Os objetivos e necessidades de informação tratados no plano de medição e análise, assim como os objetivos das medições, indicadores e medidas capazes de satisfazê-los. - Especificações das medidas, procedimentos de coleta, análise e divulgação. - Possíveis categorizações ou priorizações.> |
| repositório de medidas | <Descrição, organização e controle de acesso do repositório de medidas.> |
| recursos humanos | <Definir o planejamento: da alocação das pessoas (início, término, dedicação, previsões de afastamentos), planejamento dos treinamentos a serem realizados, papéis e responsabilidade de cada indivíduo alocado etc.> |
| infra-estrutura | <Definir os equipamentos, ferramentas, softwares e outros recursos relevantes.> |
| cronograma | <Definir as atividades relacionadas à medição e análise. Ex.: definição de medidas, coleta de dados, realização reunião de acompanhamento das atividades, divulgação dos resultados dos indicadores etc.> |
| riscos | <Referenciar o plano de gestão de riscos.> |
| estimativas | <Definir as estimativas de esforço, custo e prazo das atividades de medição e análises.> |

3.3 CONCLUSÃO

Neste capítulo, foram identificados os requisitos de um repositório de medidas para os níveis 2 e 3 do CMMI, tendo sido elaborada também uma abordagem para a construção do repositório em termos de estrutura e conteúdo. A proposta do repositório de medidas teve como objetivos o atendimento dos requisitos do CMMI para os níveis em questão, de modo a produzir um modelo de repositório que fosse fácil de aplicar, independentemente de tecnologia ou ferramenta, e que servisse de orientação para organizações que necessitassem construir um repositório de medidas.

No próximo capítulo, é apresentado um exemplo de uso da proposta em uma organização de software.

Exemplo de Uso

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a utilização da abordagem proposta para a construção do repositório de medidas em uma organização de software.

Este capítulo descreve uma aplicação da proposta de repositório, apresentado no capítulo anterior, em uma organização de software.

A seguir, são apresentados os objetivos e a metodologia utilizados, o contexto onde foi feita a aplicação, o repositório desenvolvido, a avaliação dos resultados obtidos e as principais lições aprendidas.

4.1 Objetivos e Metodologia

A aplicação da proposta visava analisar a viabilidade da construção do repositório de medidas, seguindo apenas as sugestões apresentadas na abordagem.

Foi utilizada a seguinte metodologia para a aplicação da proposta:

- construção do repositório de medidas em uma organização de desenvolvimento de software, que necessitasse de um repositório para os níveis de maturidade 2 ou 3 do CMMI;
- análise dos ajustes necessários à abordagem, sugeridas por colaboradores da organização envolvidos nas atividades de medição; e
- identificação das necessidades de mudanças, oriundas de uma avaliação oficial CMMI na organização onde o repositório foi desenvolvido.

4.2 Contexto

Quando a aplicação da proposta iniciou, a organização havia acabado de ser certificada ISO 9001:2000, havia 3 anos que tinha sido avaliada nível 2 do SW-CMM e estava trabalhando na definição dos processos para a avaliação CMMI-SW (versão 1.1, nível de maturidade 3).

Os processos implantados na organização estavam sendo alterados para atender ao nível de maturidade 3 do CMMI. O processo de medição e análise, assim como os demais processos, estavam sendo elaborados com o auxílio de uma consultoria externa, e, durante o desenvolvimento do processo, surgiu a necessidade de construção do repositório de medidas.

A construção do repositório contou com a participação do grupo de medição e análise da organização, que sugeriu alterações na abordagem para atender as características e necessidades da organização. Um dos integrantes do grupo de medição e análise foi a autora desta abordagem, que atuava como coordenadora do grupo.

A construção do repositório ocorreu em paralelo ao desenvolvimento dos processos, tendo a duração de cinco meses. Na época, a organização tinha a meta de atingir o nível de maturidade 5 do CMMI, com uma meta intermediária de ser avaliada nível 3. Por isso, foi inicialmente construído o repositório visando ao atendimento ao nível 3 do CMMI.

4.3 Repositório de Medidas Desenvolvido

O repositório organizacional de medidas foi desenvolvido como parte do conjunto de ativos de processos organizacionais, conforme mostra a Figura 4-1.



Figura 4-1 Repositório de medidas como parte do conjunto de ativos de processos organizacionais.

Durante a construção do repositório, a organização havia iniciado os trabalhos de implantação da ferramenta MC2 (SECREL, 2006) para dar suporte ao processo de treinamento organizacional. Naquele momento, foi identificada a possibilidade de configurar

a ferramenta para abrigar parte das informações do repositório de medidas. Os seguintes fatores motivaram a utilização do MC2 nas atividades de medição:

- a ferramenta já estava sendo implantada na organização;
- facilidade de configuração dos indicadores na ferramenta;
- possibilidade de armazenamento dos indicadores do projeto em conjunto com os dados do projeto (lições aprendidas, ferramentas utilizadas, tamanho da equipe, tipo de contrato etc.);
- possibilidade de apresentação dos indicadores em conjunto com as análises e gráficos do indicador;
- possibilidade de criar *templates* para a configuração dos indicadores; e
- existência de recursos que permitem a pesquisa na base histórica por palavras-chaves.

O MC2 é uma ferramenta de gestão do conhecimento, que implementa ambientes de colaboração e conhecimento, permitindo que os colaboradores da empresa troquem e registrem conhecimentos e experiências (THOMASI, 2006). Atualmente, no MC2 são armazenados: exemplos de documentos, lições aprendidas, artigos publicados por colaboradores, literatura com temas relevantes para a organização, fóruns internos, treinamentos planejados e executados, avaliações dos participantes de treinamentos, informações sobre os colaboradores e o *repositório organizacional de medidas*.

Para cumprir as restrições de prazo relacionadas à implementação do repositório de medidas, o grupo de medição optou por desenvolver um repositório organizacional, que seria complementado por outros repositórios auxiliares (Figura 4-2). Esta solução foi considerada pelo grupo como a mais simples de implementar na organização, pois permitiria ao grupo de medição e análise focar nas informações relevantes para a organização, dividindo com os projetos a responsabilidade pelos repositórios auxiliares.

Compõem os repositórios auxiliares os repositórios de projetos e o repositório comum da organização. Estes repositórios são constituídos por planilhas, documentos e ferramentas. Os repositórios auxiliares alimentam o repositório organizacional de medidas com informações relevantes para a organização como um todo.

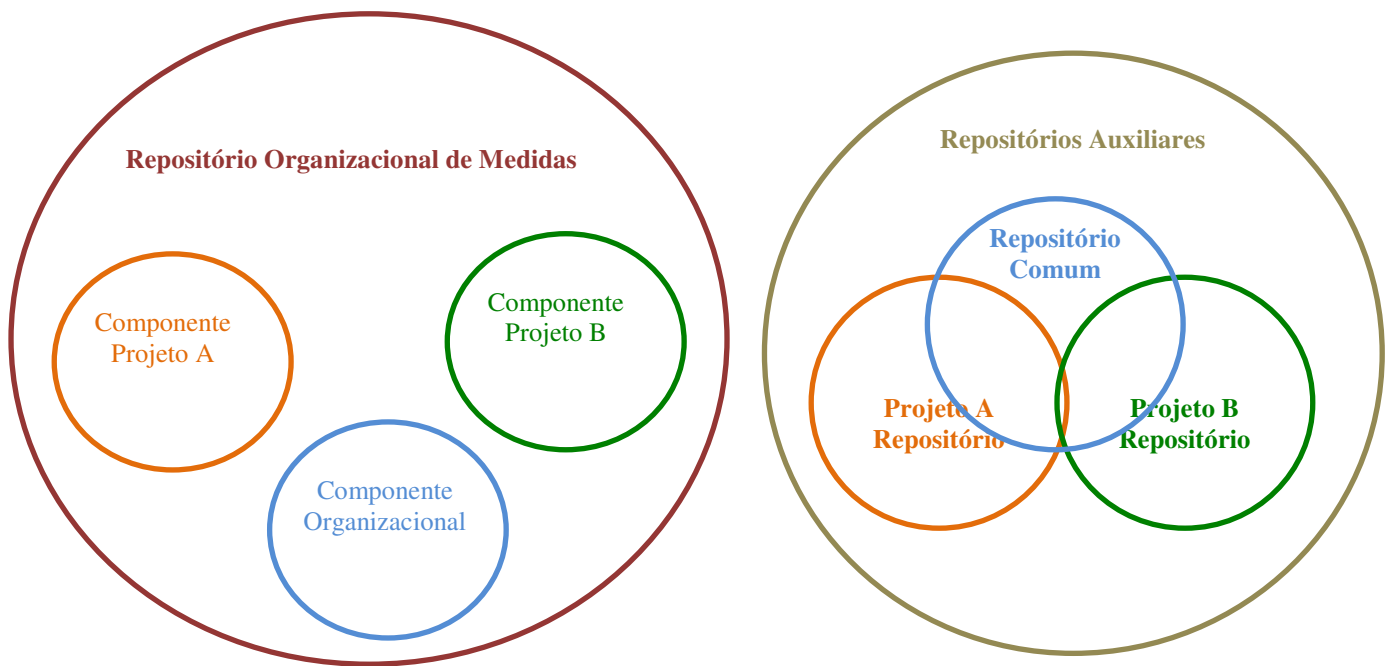


Figura 4-2 Organização dos repositórios de medidas da organização alvo.

O repositório organizacional de medidas foi armazenado no MC2, sendo formado pelos componentes definidos na abordagem: *componente organizacional* e *componente projeto*. Dentro do repositório organizacional, existem vários componentes do tipo projeto (um componente projeto para cada projeto da organização) e somente um componente do tipo organizacional.

O componente organizacional (do repositório organizacional de medidas) e os repositórios auxiliares contêm: (i) medidas e resultados das análises e (ii) plano de medição, relacionados a um conjunto de (iii) especificações de medidas. O componente projeto (do repositório organizacional de medidas) é formado por: (i) medidas e resultados das análises (ii) especificações de medidas e (iii) características do projeto.

Durante o período de implantação do repositório todos os projetos que estavam em desenvolvimento na organização alimentavam o repositório organizacional de medidas (cerca de doze projetos).

A seguir é apresentado cada elemento que formava o repositório de medidas desenvolvido.

4.4 Especificações das Medidas

Conforme discutido no Capítulo 2, para identificar as medidas, é necessário que sejam primeiro estabelecidos os objetivos e necessidades de informação da organização. Com base no Plano Estratégico (documento que contém os objetivos estratégicos da organização) e

outras fontes⁷, foram priorizados alguns objetivos a serem tratados no programa de medição e análise. Esta priorização foi feita segundo o processo de tomada de decisão formal⁸ da organização.

Para atender os requisitos necessários a um repositório de medidas no nível de maturidade 3 (Tabela 3-8), foram considerados os objetivos: “*atender prazo do projeto*”, “*atender custo do projeto*” e “*monitorar utilização de processos na organização*”, dentre outros objetivos. A Tabela 4-1 apresenta o desdobramento destes objetivos em objetivos de medição.

Tabela 4-1 Desdobramento dos objetivos e necessidades de informação da organização.

| Objetivos | Objetivos da Medição |
|---|---|
| 1 – Atender prazo do projeto. | 1 – Avaliar a produtividade. 2 – Monitorar atendimento aos prazos de projeto. 3 – Monitorar riscos do projeto. 4 – Avaliar planejamento. |
| 2- Atender custo do projeto. | 5 – Monitorar custos do projeto. 4 – Avaliar planejamento. 6 – Obter dados históricos. |
| 3 – Monitorar utilização de processos na organização. | 7 – Monitorar processos de gestão do projetos (propostas, gestão do projetos, gestão de riscos). 8 – Monitorar processos de organizacionais (medição e análise, treinamento, garantia da qualidade, gerência de configuração). 9 – Monitorar processos de engenharia (requisitos, análise e projeto, reuso, implementação, testes, disponibilização). |

Um mapeamento completo dos requisitos do repositório de medidas (nível de maturidade 3) aos objetivos da medição, identificados para atendê-los é apresentado na Tabela 4-2.

⁷ As demais fontes utilizadas para o estabelecimento dos objetivos e necessidades de informação priorizadas foram: os problemas técnicos e problemas gerenciais recorrentes e os planos de melhorias.

⁸ Este processo foi desenvolvido para atender a área de processo Análise e Tomada de Decisão do nível de maturidade 3 do CMMI.

Tabela 4-2 Mapeamento dos objetivos de medição aos requisitos do repositório de medidas (nível 3) atendidos

| Requisitos | CMMI |
|--|---|
| 3.1. Armazenar dados relacionados às estimativas dos parâmetros do planejamento do projeto. Ex.: tamanho, custo, esforço, prazo. | 4 – Avaliar planejamento. 6 – Obter dados históricos. |
| 3.2. Armazenar dados relacionados ao monitoramento e controle do desempenho e progresso do projeto: | |
| (i) monitoramento dos valores atuais dos parâmetros do planejamento. Ex.: progresso, tamanho, custo, esforço e prazo, (planejados e realizados); | 1 – Avaliar a produtividade. 2 – Monitorar atendimento aos prazos de projeto. 4 – Avaliar Planejamento. 5 – Monitorar custos do projeto. |
| (ii) monitoramento dos compromissos do projeto; | 2 – Monitorar atendimento aos prazos de projeto. |
| (iii) monitoramento dos riscos do projeto; | 3 – Monitorar riscos do projeto. |
| (iv) monitoramento da gestão de dados do projeto; e | |
| (v) monitoramento do envolvimento dos <i>stakeholders</i> relevantes. | |
| 3.3. Armazenar dados relacionados ao monitoramento e controle dos processos institucionalizados. | 7 – Monitorar processos de gestão do projetos (propostas, gestão do projetos, gestão de riscos). 8 – Monitorar processos de organizacionais (medição e análise, treinamento, garantia da qualidade, gerência de configuração). 9 – Monitorar processos de engenharia (requisitos, análise e projeto, reuso, implementação, testes, disponibilização). |
| 3.5. Armazenar dados históricos para auxiliar nas estimativas dos parâmetros dos projetos. | 6 – Obter dados históricos. |

No decorrer destas atividades, o grupo de medição e análise optou por não implementar a medição para os requisitos de monitoramento da gestão de dados do projeto e de monitoramento dos envolvimento dos *stakeholders* relevantes, pois considerou que o monitoramento por comparação entre o planejamento e o realizado seria suficiente, sendo desnecessária a criação de medidas e indicadores para as atividades citadas.

O GDSM mostrou-se bastante útil para auxiliar as atividades de desdobramento dos objetivos e necessidades de informação em objetivos da medição, indicadores e medidas. Um exemplo deste desdobramento é apresentado na Figura 4-3, que está associada ao objetivo “aumentar a produtividade”.

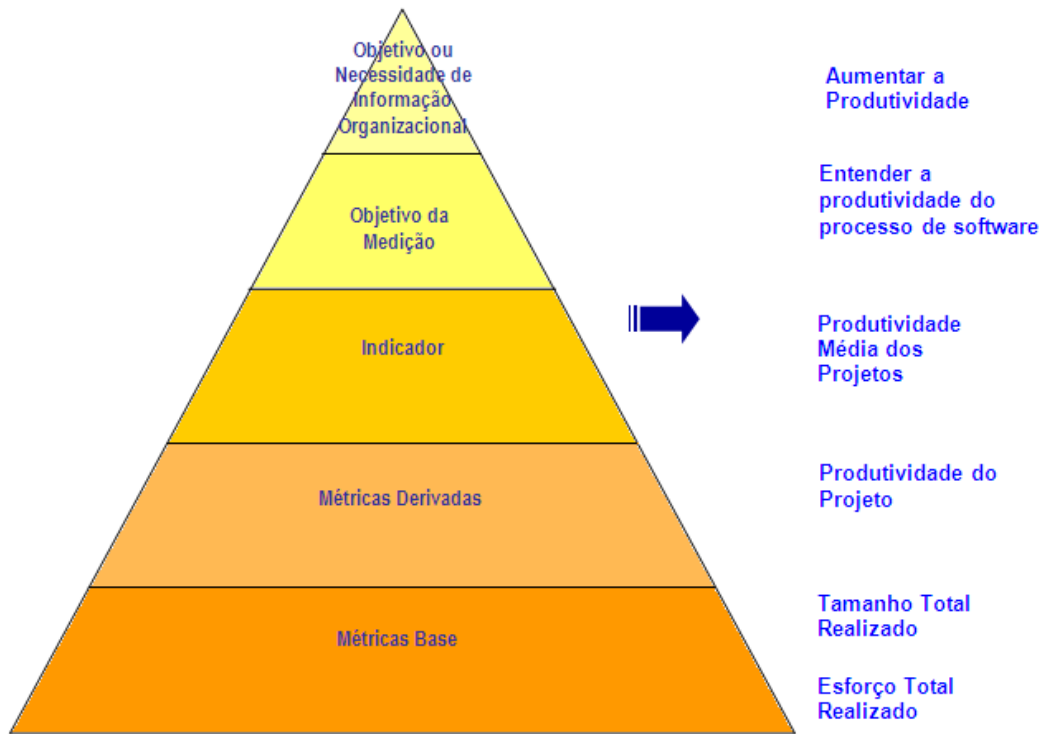


Figura 4-3 Exemplo de desdobramento de objetivos em medidas – aumentar a produtividade.

Após serem a identificados, foram especificados os indicadores e as medidas. O grupo de medição fez algumas alterações no modelo de especificação de medidas proposta na abordagem (Tabela 4-3). Foram introduzidos os campos “Nome do indicador associado” e “Faz parte do repositório organizacional de medidas?”. Este último campo foi utilizado para identificação dos indicadores que farão parte do repositório organizacional de medidas. Foi também retirada a atividade de “Análise da efetividade do indicador” de dentro do campo “Procedimento de Análise”, sendo incluída de forma genérica no processo para todas as medidas.

A Tabela 4-3 apresenta um exemplo da utilização do modelo de especificação de medida alterado e do modelo de indicador instanciado para a respectiva medida.

Tabela 4-3 Exemplo de especificação de medida.

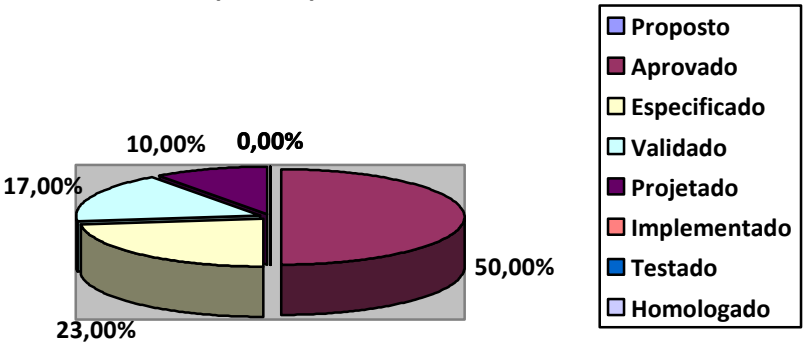
| Informações gerais | |
|---|--|
| Nome da medida | Percentual de requisitos por <i>status</i> . |
| Objetivo ou necessidade de informação | Atender requisitos e necessidades do cliente. |
| Objetivo da medição | Avaliar atendimento aos requisitos e necessidades do projeto. |
| Definição da medida | <p>Mede o percentual de casos de uso em cada um dos seguintes <i>status</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • proposto – os requisitos funcionais e não-funcionais e o modelo de caso de uso foram elaborados; • aprovado – os requisitos funcionais e não-funcionais e o modelo do caso de uso foram aprovados; • detalhado – a especificação do caso de uso foi elaborada; • validado – a especificação do caso de uso foi aprovada; • projetado – a análise e projeto do caso de uso foram elaborados; • implementado – a codificação e testes unitários do caso de uso foram concluídos; • testado – o caso de uso foi validado pelo teste sistêmico; e • homologado – o caso de uso foi validado pelo teste de aceitação. |
| Tipo de medida | Base. |
| Fórmula de cálculo | $\text{Percentual de requisitos (status)} = \frac{\text{total de requisitos por status (status)}}{\sum \text{total de requisitos por status (status)} * 100}.$ |
| Nome do indicador associado | Percentual de requisitos por <i>status</i> . |
| Unidade de medida | Percentual. |
| Faz parte do repositório organizacional de medidas? | Não. |
| Informações para a coleta e armazenamento | |
| Fonte(s) de dados | Planilha – matriz de rastreabilidade, tabela requisitos por <i>status</i> . |
| Procedimento de coleta e armazenamento | <p>Como coletar: a medida é gerada na planilha. Onde armazenar: o indicador é armazenado na planilha.</p> |
| Periodicidade e momento da coleta | Mensal (janeiro – dezembro). |
| Responsável | Coordenador do projeto. |
| Procedimento de verificação | Verificar se o percentual total de requisitos por <i>status</i> gerado na planilha é igual a 100%. |

Tabela 4-3 Exemplo de especificação de medida (continuação).

| Informações para análise | |
|--|---|
| É um indicador | Sim. |
| Parâmetros | Status com maior percentual de requisitos. |
| Procedimento de análise | Como analisar: analisar em qual situação se encontra a maioria dos requisitos e avaliar com o planejado, justificando as divergências e solicitações de alteração. Ações corretivas: caso necessário, criar plano de ação, buscando soluções para evitar atrasos no projeto. Onde armazenar: os resultados das análises são armazenados no relatório de desempenho do projeto. |
| Periodicidade e momento da análise | Logo após a coleta. |
| Responsável | Coordenador do projeto. |
| Relatórios | Relatório de desempenho do projeto (contendo gráfico de pizza do percentual de casos de uso em cada status). |
| Informações para a divulgação | |
| Procedimento | Apresentação do relatório de desempenho do projeto nas reuniões em reuniões semanais de acompanhamento técnico, nas reuniões mensais de acompanhamento com a supervisão e nas reuniões mensais de acompanhamento com a alta gerência para avaliação pelos <i>stakeholders</i> responsáveis. |
| Periodicidade e o momento da divulgação | Mensal durante as reuniões de acompanhamento |
| Responsável | Coordenador do projeto nas reuniões de acompanhamento técnico. Coordenador do projeto nas reuniões de acompanhamento com a supervisão. Gerente do projeto nas reuniões de acompanhamento com a alta gerência. |
| Destino | Equipe do projeto nas reuniões de acompanhamento técnico. Gerentes nas reuniões de acompanhamento com a supervisão. Alta gerência nas reuniões de acompanhamento com a alta gerência. |

Na Tabela 4-4 é instanciado o modelo de especificação de medida para a especificação “percentual de requisitos por status”. Embora o modelo de especificação de medidas tenha sido alterado, não foram feitas adaptações no modelo de apresentação de indicador proposto.

Tabela 4-4 Exemplo de apresentação de indicador utilizado na organização alvo.

| Nome do indicador | Percentual de Requisitos por Status | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|-----------------------------|----------|-------|----------|--------|--------------|--------|----------|--------|-----------|--------|--------------|-------|---------|-------|------------|-------|
| Período da coleta | 01/03/2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dados coletados | <table border="1" data-bbox="485 456 855 808"> <thead> <tr> <th>Status</th> <th>% de Casos de Uso no Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proposto</td> <td>0,00%</td> </tr> <tr> <td>Aprovado</td> <td>50,00%</td> </tr> <tr> <td>Especificado</td> <td>23,00%</td> </tr> <tr> <td>Validado</td> <td>17,00%</td> </tr> <tr> <td>Projetado</td> <td>10,00%</td> </tr> <tr> <td>Implementado</td> <td>0,00%</td> </tr> <tr> <td>Testado</td> <td>0,00%</td> </tr> <tr> <td>Homologado</td> <td>0,00%</td> </tr> </tbody> </table> | Status | % de Casos de Uso no Status | Proposto | 0,00% | Aprovado | 50,00% | Especificado | 23,00% | Validado | 17,00% | Projetado | 10,00% | Implementado | 0,00% | Testado | 0,00% | Homologado | 0,00% |
| Status | % de Casos de Uso no Status | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proposto | 0,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprovado | 50,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especificado | 23,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Validado | 17,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projetado | 10,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implementado | 0,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Testado | 0,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Homologado | 0,00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Representação gráfica | <p style="text-align: center;">Requisitos por Status</p>  <p>Gráfico de pizza 3D intitulado "Requisitos por Status". O gráfico mostra a distribuição dos requisitos em sete status. O status "Aprovado" representa a maior parte, com 50,00%. Outros status significativos são "Especificado" (23,00%), "Validado" (17,00%) e "Projetado" (10,00%). Os status "Proposto", "Implementado", "Testado" e "Homologado" não possuem nenhuma parcela visível no gráfico, indicando 0,00% cada. Uma legenda à direita do gráfico associa cores aos status: Proposto (azul), Aprovado (marrom), Especificado (verde), Validado (laranja), Projetado (roxo), Implementado (laranja-claro), Testado (verde-claro) e Homologado (azul-claro).</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Informações complementares para análise | <p>Status dos requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ proposto – os requisitos funcionais e não-funcionais e o modelo de caso de uso foram elaborados; ✓ aprovado – os requisitos funcionais e não-funcionais e o modelo do caso de uso foram aprovados; ✓ detalhado – a especificação do caso de uso foi elaborada ✓ validado – a especificação do caso de uso foi aprovada; ✓ projetado – a análise e o projeto do caso de uso foram elaborados; ✓ implementado – a codificação e testes unitários do caso de uso foram concluídos; ✓ testado – o caso de uso foi validado pelo teste sistêmico; e ✓ homologado – o caso de uso foi validado pelo teste de aceitação. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resultado da análise | <p><Análise: analisar em qual situação se encontram a maioria dos requisitos e avaliar com o planejado, justificando as divergências e solicitações de alteração.></p> <p>Ações corretivas: caso necessário, criar plano de ação buscando soluções para evitar atrasos no projeto.></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.5 Características do Projeto

As características dos projetos foram organizadas nos componentes projeto do repositório organizacional de medidas, conforme abordagem. Estas informações auxiliarão na identificação de semelhanças e diferenças entre projetos, possibilitando a utilização dos seus respectivos dados.

Cada projeto da organização foi cadastrado no repositório organizacional de medidas logo no seu início, sendo atualizado periodicamente. Além das características (nomeada de informações gerais), foram também cadastrados os indicadores e lições aprendidas (Figura 4-4).

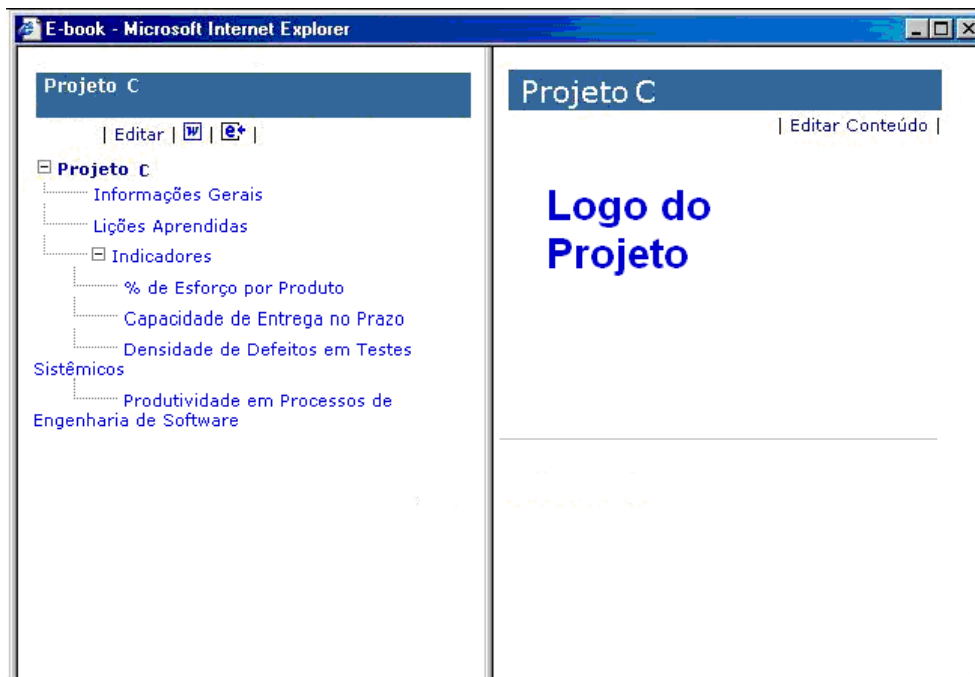


Figura 4-4 Menu do projeto.

As características foram definidas com base na Tabela 3-9, tendo sido incluídos os seguintes campos:

- Cliente – nome do cliente do projeto.
- Nomes do gerente e do coordenador do projeto.
- Medidas do planejamento – data de início e término do projeto, estimativa de esforço.
- Medidas da execução do projeto – tamanho da equipe e esforço total.
- Porte do projeto – tabela que classifica o projeto de acordo com o tamanho em: pequeno, médio ou grande.
- Principais riscos concretizados durante o projeto.

- Plataforma de hardware.
- Tipo de contrato do projeto.

Outras adaptações feitas incluíram o armazenamento do campo “Justificativa das estimativas” no repositório do projeto e a segmentação do campo “Ferramenta utilizada” em “Ferramentas de desenvolvimento”, “Ferramentas de banco de dados”, “Ferramenta de gestão de configuração”, “Ferramenta de análise e projeto”, “Ferramenta de requisitos” e “Ferramenta de acompanhamento de *bugs*”.

4.6 Plano de Medição

Como a organização estava a caminho do nível 3, institucionalizando processos padrões, foi possível o estabelecimento de medidas comuns aos projetos. Por isso, foram definidos um plano de medição para toda a organização, nomeado de *plano de medição organizacional*, e um *plano de medição do projeto* contendo novos indicadores para o projeto.

O plano de medição do projeto é uma seção dentro do plano de projeto chamada de “Indicadores”. Nesta seção, referenciam-se outros indicadores, além dos que foram definidos para a organização como um todo, caso necessário. Este planejamento é feito durante o planejamento do projeto, sendo um procedimento do processo de gestão do projeto.

4.7 Medidas e Resultados das Análises

Após a especificação das medidas, foi observado que as periodicidades das coletas eram bem distintas, o que dificultava a coleta, o monitoramento e o controle dos indicadores. Assim, decidiu-se rever a periodicidade e categorizar os indicadores. Além de auxiliar na coleta, a categorização dos indicadores facilitou também a sua análise e divulgação. Com isso, para cada categoria foi criado um *Relatório de desempenho*, onde são registradas as análises, servindo também como instrumento para a divulgação. Desta forma a organização passou a ter três tipos de relatório de desempenho:

- Relatório de desempenho do projeto (RDP), contendo indicadores de projeto para o monitoramento e controle do projeto. Em cada especificação é definido se o indicador compõe o repositório organizacional de medidas;
- Relatório de desempenho organizacional (RDO), contendo indicadores relacionados aos grupos organizacionais (ex.: grupo de medição e análise, grupo de garantia da qualidade, grupo de treinamento etc). O relatório é elaborado em

conjunto pelos coordenadores dos grupos. Tem único responsável para cada indicador. Todos os indicadores deste relatório são armazenados no componente organizacional; e

- Relatório de desempenho estratégico (RDE), contendo os indicadores estratégicos. O relatório é elaborado por alguns coordenadores de grupo e gerentes de áreas específicas (ex.: gerente da área administrativa e financeira), havendo apenas um responsável para cada indicador, sendo divulgado para todo o corpo gerencial. Estes indicadores são armazenados no componente organizacional.

Durante a elaboração dos relatórios de desempenho, estes são armazenados nos repositórios auxiliares, sendo posteriormente guardados no repositório organizacional de medidas, no respectivo componente.

O componente organizacional, assim como o componente projeto foi armazenado no MC2, e continha os indicadores estratégicos e organizacionais. Junto aos relatórios de desempenho, foram armazenadas as respectivas especificações. O plano de medição organizacional também foi armazenado como parte do repositório organizacional de medidas.

4.8 Avaliação dos Resultados e Lições Aprendidas

Após a construção do repositório utilizando a abordagem proposta neste trabalho, a organização de desenvolvimento de software em questão, foi submetida a uma avaliação classe A, obtendo o nível de maturidade 3 do CMMI-SW versão 1.1. O *Final Findings* não apontou nenhum ponto fracos em relação ao repositório de medidas criado, nem foram feitas citações relacionadas às medidas, repositório de medidas ou repositório organizacional de medidas. Esse resultado mostra que o repositório construído na organização atingiu o seu propósito, e que, portanto, a abordagem proposta neste trabalho mostrou-se válida no contexto da organização.

Logo depois da avaliação formal CMMI, foram entrevistadas algumas pessoas da organização sobre os possíveis benefícios conseguidos pelo repositório de medidas. Estas pessoas confirmaram que a construção do repositório de medidas facilitou e apoiou a definição dos processos de medição e análise da organização. Segundo os entrevistados, a implantação de um programa de medição e análise, em especial, do repositório de medidas, trouxe os seguintes benefícios:

- Definição de um conjunto de medidas comuns aos projetos (e conseqüentemente a padronização dos procedimentos de coleta, armazenamento, análise e divulgação, a permitindo de comparação dos dados coletados em diferentes projetos).
- Melhoria na interpretação dos dados.
- Controle de acesso das medidas;
- Divulgação dos dados coletados aos *stakeholders* relevantes.
- Integridade e acurácia às medidas armazenadas.
- Utilização de uma base histórica organizacional nas atividades de planejamento e estimativas.
- Geração de informações utilizadas no monitoramento e controle dos projetos;
- Menor desvio nas estimativas.

Como coordenadora do grupo de medição e análise, o maior desafio que se encontrou foi a restrita quantidade de ferramentas disponíveis comercialmente para configurar o repositório de medidas e que permitisse a integração com outras ferramentas já utilizadas na organização. A utilização do MC2 acelerou o processo de construção deste repositório, pois, além da facilidade de configuração, atendia a todos os requisitos definidos para o repositório organizacional de medidas.

Dentre as principais lições aprendidas, relatadas pelo grupo de medição e análise da organização, na implantação do repositório organizacional de medidas, estão:

- todas as características de projeto devem ser definidas através de medidas;
- as medidas devem ser definidas com a participação daqueles que irão executar as coletas e análises;
- a categorização dos indicadores facilitou a atividade de coleta, monitoramento, controle e análise dos indicadores;
- as revisões das medidas antes do armazenamento no repositório organizacional de medidas são vitais para a integridade dos dados lançados no repositório;
- as sugestões de melhorias nas definições das medidas aumentavam à medida que as atividades de medição e análise eram executadas; e
- o apoio da alta administração é imprescindível para a configuração e utilização do repositório organizacional de medidas.

4.9 Conclusão

Neste capítulo foram apresentados e avaliados os resultados obtidos com a construção de um repositório de medidas em uma organização de software, com suporte da abordagem proposta.

Quase um ano e meio após a construção do repositório, foi feita uma nova visita, sendo constatado que o repositório construído ainda estava sendo utilizado. Foi observado que o repositório já possui 80 projetos cadastrados. Todas as medidas definidas inicialmente permaneciam em uso, sendo refinadas constantemente. Algumas novas medidas foram incluídas, mas estas continuavam atendendo aos objetivos e necessidades de informação definidas anteriormente na abordagem. A organização continuava utilizando o MC2, mas foi necessário agregar novas ferramentas para tratar a gestão estatística, requisito do nível 4 do CMMI. Uma destas ferramentas foi o Minitab (MINITAB, 2006), um software estatístico para análise de dados, que oferece ferramentas de controle da qualidade, planejamento de experimentos, análise de confiabilidade e estatística geral.

O próximo capítulo apresenta as conclusões deste trabalho e discute algumas perspectivas para o futuro.

Capítulo 5

Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões e as perspectivas deste trabalho.

Este trabalho avaliou alguns modelos, padrões e processos que tratam da medição e análise em processos de desenvolvimento de software. Na maior parte destes modelos é discutido apenas o armazenamento dos dados gerados pelas atividades de medição e análise. Dentre estes modelos, o CMMI e o MR MPS.BR foram os únicos que delinearão alguns requisitos para a construção de um repositório de medidas. Com arrimo nesta análise, foi identificado um conjunto de requisitos para o repositório, e foi proposta uma abordagem que apoiasse a construção de um repositório de medidas.

A abordagem foi aplicada com sucesso em uma organização, sendo necessárias algumas pequenas mudanças na proposta. Uma segunda aplicação da abordagem está sendo iniciada em uma empresa pública, que está buscando a avaliação CMMI nível 2, havendo também uma perspectiva de utilização em outra organização que busca a avaliação MR MPS.BR nível F. Nestes casos, ainda não se tem resultados conclusivos.

4.1 Contribuições deste Trabalho

A abordagem de repositório organizacional de medidas para projetos de software, proposta neste trabalho traz como principais contribuições:

- fornecer um guia para a organização do repositório de medidas, visando o atendimento aos níveis de maturidade 2 e 3 do modelo CMMI (ou dos níveis equivalentes do MR MPS.BR);
- disponibilizar modelos de documentos de plano de medição, especificação de medidas e indicadores;
- apresentar uma lista de características de projeto, que são relevantes para ponderar semelhanças e diferenças entre os projetos;

- apresentar as principais diferenças na implementação de um repositório de medidas em cada nível de maturidade; e
- apresentar os requisitos necessários a serem atendidos para implementação da área de processo de medição e análise.

Como contribuições secundárias deste trabalho, pode-se mencionar:

- destacar a importância da medição e análise nos projetos de software;
- levantar literatura relacionada à medição e análise;
- levantar técnicas recomendadas para o desdobramento de objetivos em medidas; e
- contribuir na definição e execução de um programa de medição e análise dentro de uma organização.

4.2 Perspectivas

Este trabalho foi aplicado totalmente em apenas uma organização e iniciado em outra. É importante, para a validação da abordagem, que esta seja aplicada em outras entidades, com contextos diferentes, como:

- em organizações de porte diferente, como, por exemplo, naquelas de grande porte;
- em organizações que não estão trabalhando com o CMMI ou o MR MPS.BR, mas que trabalham um programa de melhoria; e
- em organizações que utilizem ferramentas diferentes do MC2.

É também muito importante, a aplicação da abordagem em organizações que desejam obter os níveis de maturidade 4 e 5, para que seja avaliado se a proposta é adequada nestes níveis.

Referências Bibliográficas

- (AHERN et al., 2001) AHERN, D. M., CLOUSE, A., TURNER, R., *CMMI Distilled: a Practical Introduction to Integrated Process Improvement*, Addison-Wesley, 2001.
- (ARAÚJO et al., 2006a) ARAÚJO, S. A., SAMPAIO, M. G., PIRES, C. G. S., BELCHIOR, A. D., *Implementação de um Repositório de Métricas para os Níveis 2 e 3 do CMMI*, XXXII Conferencia Latino-americana de Informática CLEI 2006.
- (ARAÚJO et al., 2006b) ARAÚJO, S. A., SAMPAIO, M. G., PIRES, C. G. S., BELCHIOR, A. D., *Implementação de um Repositório de Medidas para os Níveis 2 e 3 do CMMI*, Terceira Conferência Anual SEPG Latino Americano, 2006.
- (ARAÚJO et al., 2006c) ARAÚJO, S. A., SAMPAIO, M. G., PIRES, C. G. S., BELCHIOR, A. D., *O Programa de Medição e Análise Através dos Níveis do CMMI*, Encontro de Qualidade e Produtividade em Software EQPS, 2006.
- (BASILI e ROMBACH, 1988) BASILI, V. R., ROMBACH, H. D., *The TAME Project: Towards Improvement – Oriented Software Environments*. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 1988.
- (BASILI e WEISS, 1984) BASILI, V. R., WEISS, D., *A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data*, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 10, No. 3, 1984.
- (BASILI et al., 1994) BASILI, V. R., CALDIERA, G., ROMBACH, H. D., *Goal Question Metric Paradigm*, *Encyclopedia of Software Engineering*, John Wiley & Sons, Inc., 1994.
- (BORGES, 2003) BORGES, E. P., *Um Modelo de Medição para Processos de Desenvolvimento de Software*, UFMG, 2003.
- (BROWN e GOLDENSON, 2004) BROWN, M., GOLDENSON, D., *Measurement and Analysis: What Can and Does Go Wrong?* *Journal Title: IEEE International Software Metrics Symposium*, 2004
- (CHRISTENSEN e THAYER, 2001). CHRISTEN, M. J., THAYER, R. H., *Software Metrics, In: The Project Manager's Guide to Software Engineering Best Practices*, cap.15, Best Practices Series, Wiley, 2001.
- (CMMI, 2006) *Capability Maturity Model Integration, CMMI for Development, Version 1.2*, CMU/SEI-2006-TR-008.ESC-TR-2006-008, Pittsburgh, Software Engineering Institute – Carnegie Mellon University, 2006.

- (DUARTE, 2000) DUARTE, K. C.; FALBO, R. A., *Uma Ontologia de Qualidade de Software*, Workshop de Qualidade de Software, João Pessoa, 2000.
- (FENTON e PFLEEGER, 1997). FENTON, N. E.; PFLEEGER, S. L., *Software Metrics: a Rigorous and Practical Approach*, PWS Publishing Company, 1997.
- (FENTON, NEIL, 2000) FENTON, N. E., NEIL, M., *Software Metrics: Roadmap, In: Future of Software Engineering*, Limerick, Ireland, 2000.
- (FLORAC e CARLETON, 2000) FLORAC, W. A., CARLETON, A. E., *Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement*, Addison-Wesley, 2000.
- (FLORAC et al., 1997) FLORAC W. A., P. ROBERT E., CARLETON A. D., *Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement*, Software Engineering Institute, 1997.
- (GOETHERT e FISHER, 2003) GOETHERT, WOLFHART; FISHER, MATT., *Deriving Enterprise-Based Measures Using the Balanced Scorecard and Goal-Driven Measurement Techniques*, Software Engineering Institute, 2003.
- (GOLDENSON et al., 2003) GOLDENSON, D. R., JARZOMBK, J., ROUT, T., *Measurement and Analysis in Capability Maturity Model Integration Models and Software Process Improvement*, Crosstalk: The Journal of Defense Software Engineering, 2003
- (GRADY e CASWELL, 1987) Grady, R. B., Caswell, D.L., *Software Metrics – Establishing a Company-Wide Program*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987.
- (HARRISON, 2000) WARREN H., *A Flexible Method for Maintaining Software Metrics Data: A Universal Metrics Repository*, *Journal of Systems and Software*, 2000.
- (IEEE 1061, 1998) IEEE 1061-1998, *Standard for a Software Quality Metrics Methodology Productivity Metrics*, IEEE, 1998.
- (ISO/IEC 14598, 1999) *Information Technology – Evaluation of Software Products – Part 1 General Guide*, ISO/IEC JTC1 SC7, 1998.

- (ISO/IEC 15939, 2002) *Software Engineering – Software Measurement Process*, ISO/IEC JTC1 SC7, 2002.
- (KAN, 2002) KAN, S. H., *Metrics and Models in Software Quality Engineering*, Addison-Wesley, 2002.
- (KITCHENHAM et al., 1995) KITCHENHAM, B., PFLEEGER, S. L., FENTON, N., *Towards a Framework for Software Measurement Validation*, IEEE Transactions on Software Engineering, 1995.
- (KULPA e KENT, 2003) KULPA, M. K.; J. KENT A., *Interpreting the CMMI – A Process Improvement Approach*, CRC Press LLC, 2003.
- (LEMES e FERNANDES, 1997) LEMES, M. J. R., FERNANDES, C. T., *Uma Taxonomia Para Métricas de Software*, XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Workshop de Qualidade de Software, Fortaleza, Brasil, 1997
- (LIMA, 2002) LIMA O., *Análise de Pontos por Função Fuzzy*, UNIFOR, 2002.
- (MARINHO et al., 2006) MARINHO, F. G., MONTEIRO, T. C., ARAÚJO, S. A., SAMPAIO, M. G., PIRES, C. G. S., *Evoluindo do SW-CMM Nível 2 para o CMMI-SW Nível 3: A Experiência do Instituto Atlântico*, V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, SBQS, 2006.
- (MCGARRY, 2002) MCGARRY, John., *Practical Software e Measurement: Objective Information For Decision Makers*, Addison-Wesley, 2002.
- (MILLS, 1998) MILLS, E. E., *Software Metrics*, Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1998.
disponível em:
www.sei.cmu.edu/publications/documents/cms/cm.012.html
Acesso em 28/03/2008.
- (MINITAB, 2006) Disponível em:
<http://www.minitabbrasil.com.br/minitab/diferenciais.asp>.
acesso em 24/05/2008.
- (MONTEIRO, 2005) MONTEIRO, T. C., *Pontos de Caso de Uso Técnico: Uma Extensão da UCP*, UNIFOR/MIA, 2005

- (MR-MPS 2007) Guia Geral, *MPS.BR Guia Geral, versão 1.2*, disponível em: www.softex.br/mpsbr/_guias/MPS.BR_Guia_Geral_V1.2.pdf, acesso em: 28/03/2008.
- (MR-MPS Nível F, 2007) *MPS – Guia de Implementação Parte 2: Nível F (versão 1.1)*, disponível em: www.softex.br/mpsbr/_guias/MPS.BR_Guia_de_Implementacao_Parte_2_V1.1.pdf, acesso em: 28/03/2008.
- (NORTON e KAPLAN, 1997) NORTON, D. P., KAPLAN, R. S., *A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- (PALZA e ABRAN, 2003) PALZA, E. F., ABRAN, A., *Establishing a Generic and Multidimensional Measurement Repository in CMMI Context, Software Engineering Workshop, 28th Annual NASA Goddard*, 2003.
- (PARK et al., 1996) PARK, R. E.; GOETHERT, W. B.; FLORAC, W. A., *Goal Driven Software Measurement: A Guidebook*, Software Engineering Institute, 1996.
- (PAULK et al., 1993) PAULK, M. C.; CURTIS, B.; CHRISSIS, M. B.; WEBER, C. V., *Capability Maturity Model for Software, Version 1.1.*, Software Engineering Institute, 1993.
- (PMBOK, 2004) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Third Edition*, PMI Publishing Division, Philadelphia, USA, 2004.
- (POLLICE, 2004) POLLICE, G., *Measuring Up*, disponível em: www.106.com/developerworks/rational/library/content/RationalEdge/aug04/5585.html, acesso em: 01/02/2008.
- (PSMSC, 2006) *Practical Software and Systems Measurement: A Foundation for Objective Project Management*, disponível em: <http://www.psmc.com>, acesso em 24/03/2008.
- (PUTNAM e MYERS, 2003) PUTNAM, L. H.; MYERS, W., *Five Core Metrics – The Intelligence Behind Successful Software Management*. Dorset House Publishing, New York, 2003
- (RAGLAND, 1995) RAGLAND, B., *Measure, Metric or Indicator: What's the Difference?* Crosstalk, vol. 8, nº 3, 1995.
- (ROBERTS, 1979) ROBERTS, F. S., *Measurement Theory with Applications to Decision Making, Utility, and the Social Sciences*, Encyclopedia of Mathematics and its Applications, Addison-Wesley, 1979.

- (ROCHA et al., 2007) ROCHA, A. R. C., MONTONI, M. A., WEBER, K. C., ARAUJO, E. E. R., *A Nationwide Program for Software Process Improvement in Brazil, 6th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC 2007)*, disponível em:
www.softex.br/portal/softexweb/uploadDocuments/_mpsbr/QUATIC_2007_MPS_Model_Based_SAPI_in_Brazil_vFinal%20250607.pdf, acesso em: 28/03/2008
- (SECREL, 2006) Secrel, Consultoria e Sistemas Ltda., disponível em <http://www.mc2.com.br>, acesso em 01/03/2008.
- (SELBY et al., 1991) SELBY, R.W., PORTER, A. A., SCHMIDT, D. C., BERNEY, J., *Metric-Driven Analysis and Feedback Systems for Enabling Empirically Guided Software Development*, IEEE, 1991.
- (SOLINGEN BERGHOUT, 1999) e SOLINGEN, R. V, BERGHOUT, E., *The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development*, McGraw Hill, 1999.
- (SPC, 2006) *Software Productivity Center*, disponível em www.spc.ca/resources/metrics, acesso em 03/03/2008.
- (SW-CMM, 1993) PAULK M.C, CURTIS, B., CHRISSIS M.B., WEBER C., *Capability Maturity Model for Software*, Version 1.1, CMU/SEI-93-TR-24, Pittsburgh, Software Engineering Institute , 1993.
- (THOMASI, 2006) THOMASI, A., Atlântico e Secrel Investem em Software de Gestão no Ceará, *Gazeta Mercantil*, 2006.
- (XENOS, 2006) XENOS, M., *Software Metrics and Measurements*, in *Encyclopedia of E-Commerce, E-Government and Mobile Commerce*, Idea Group Publishing, 2006.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)