



REPOSITÓRIO DE MEDIDAS PARA ORGANIZAÇÕES DE ALTA MATURIDADE EM PROCESSOS DE SOFTWARE

Carlos Alberto Simões

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

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Rio de Janeiro

Março de 2011

REPOSITÓRIO DE MEDIDAS PARA ORGANIZAÇÕES DE ALTA MATURIDADE
EM PROCESSOS DE SOFTWARE

Carlos Alberto Simões

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

Examinada por:



Prof.^a Ana Regina Cavalcanti da Rocha, D. Sc.



Prof. Toacy Cavalcante de Oliveira, D. Sc.



Prof.^a Monalessa Perini Barcelos, D. Sc.



Prof. Rodrigo Quites Reis, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2011

Simões, Carlos Alberto

Repositório de Medidas para Organizações de Alta Maturidade em Processos de Software / Carlos Alberto Simões. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XII, 204p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 117-122.

1. Repositório de medidas. 2. Alta maturidade. 3. Controle Estatístico. I. Rocha, Ana Regina Cavalcanti da. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

A minha grande família
e a meu filho pelo tempo que não ficamos juntos

AGRADECIMENTOS

À minha “grande família”: aos meus pais, Carlos e Rená, pelo amor incondicional, pela confiança, pelos conselhos, por me darem a base para ser quem sou; aos meus irmãos, Rená, Risa, Luiz e Renize, pelo carinho, amizade e torcida.

Aos meus familiares, pela torcida, apoio e carinho.

À minha orientadora, Ana Regina, pelas oportunidades que me ofereceu durante o mestrado, que me fizeram amadurecer, pelo aprendizado proporcionado e pela sua dedicação.

Ao meu amigo, Gleison, pelas dicas e pelas revisões rigorosas.

Aos professores Monalessa, Toacy e Rodrigo, por aceitarem participar da banca tão prontamente e pela contribuição à pesquisa.

Aos amigos e colegas do LENS/COPPE, particularmente a Anne Elise, Adriana, Andrea, Ahilton, Adler, Mariano, Cristina, David, Elaine, Gisele, Marcelo Mello, Mylene, Reinaldo e Thiago pelas oportunidades de amizade e aprendizado.

Ao meu amigo Rômulo por tornar realidade a implementação física dos programas necessários ao repositório de medidas.

Às funcionárias do PESC, Taísa, Solange, Mercedes, Sônia e Cláudia, por sua colaboração nos procedimentos administrativos.

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

REPOSITÓRIO DE MEDIDAS PARA ORGANIZAÇÕES DE ALTA MATURIDADE EM PROCESSOS DE SOFTWARE

Carlos Alberto Simões

Março/ 2011

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

É cada vez mais evidente para as organizações de desenvolvimento de software a importância da adoção de uma estratégia de medição da execução de seus processos. Um dos grandes desafios para gerentes de projetos de software é serem capazes de fazer previsões sobre o desempenho dos processos sem o apoio de dados históricos confiáveis.

O ambiente A2M (Ambiente de Alta Maturidade) está sendo desenvolvido na COPPE o com o objetivo de apoiar organizações de software na implantação do controle estatístico e na melhoria contínua de processos, características da alta maturidade em desenvolvimento e manutenção de software. Um dos requisitos deste ambiente é a existência de um repositório de medidas com o objetivo de armazenar e recuperar dados relacionados à medição para apoiar a análise do comportamento dos processos.

Esta dissertação propõe um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software para organizações que almejam alcançar a alta maturidade em seus processos de software. A definição do repositório está baseada na revisão da literatura, em uma ontologia de medição de software e em um processo para transformação de uma ontologia de domínio em um modelo de entidades e relacionamentos.

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

MEASUREMENT REPOSITORY TO HIGH MATURITY ORGANIZATIONS IN
SOFTWARE PROCESS

Carlos Alberto Simões

March/2011

Advisor: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Department: Systems and Computing Engineering

The importance of adopting a strategy for measuring the performance of software development organizations processes is increasing. A major challenge for managers of software projects is to be able to make predictions about the process performance without the support of reliable historical data.

The environment A2M (High Maturity Environment) is being developed at COPPE in order to support software organizations in the implementation of statistical control and continuous improvement of processes. These characteristics are expected for high maturity organizations during software development and maintenance processes execution. One of the environment requirements is the measures repository in order to store and retrieve data related to the measurement to support the processes behavior analysis.

This dissertation proposes a repository of measures appropriate to the statistical software process control for organizations aiming to reach a high maturity in their software processes. The repository definition is based on the literature review, the software measurement ontology, and the process for transforming a domain ontology to an entity relationship model.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Introdução	1
1.2 Motivação e objetivo do trabalho	3
1.3 Metodologia de pesquisa	5
1.4 Organização do trabalho	6
CAPÍTULO 2 – MEDIÇÃO DE SOFTWARE	8
2.1 Introdução	8
2.2 Conceitos de medição e medida	9
2.3 Medição nos modelos de maturidade e nas normas internacionais	12
2.4 Repositório de medidas	16
2.5 Requisitos de medidas adequadas ao controle estatístico	21
2.6 Ontologia de medição	22
2.7 Processo de transformação de um modelo conceitual para um modelo lógico de banco de dados	24
2.8 Conclusão do capítulo	25
CAPÍTULO 3 – REQUISITOS DE UM REPOSITÓRIO DE MEDIDAS ADEQUADO AO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE SOFTWARE	26
3.1 Introdução	26
3.2 Requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software	27
3.2.1 Requisitos obtidos no estudo baseado em revisão sistemática	27
3.2.2 Requisitos obtidos na revisão informal da literatura	31
3.3 Atributos das medidas	33
3.4 Requisitos do repositório de medidas do ambiente de alta maturidade - A2M	34
3.4.1 Requisitos funcionais	35
3.4.2 Requisitos não funcionais	40
3.5 Conclusão do capítulo	41

CAPÍTULO 4 – DEFINIÇÃO DO REPOSITÓRIO DE MEDIDAS ADEQUADO AO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE SOFTWARE	42
4.1 introdução	42
4.2 Procedimento para transformar a ontologia de domínio de medição de software em um modelo E-R	42
4.3 Mapeamento dos construtores da ontologia de domínio para os construtores da modelagem conceitual	43
4.4 Modelagem conceitual e projeto do repositório de medidas	44
4.5 Identificação das entidades	45
4.6 Identificação dos relacionamentos	54
4.7 Dicionarização das entidades e atributos identificados	70
4.8 Representação do diagrama e refinamento do modelo conceitual	75
4.8.1 Modelo Conceitual Objetivos de Medição	76
4.8.2 Modelo Conceitual Entidade Mensurável	77
4.8.3 Modelo Conceitual Medida de Software	78
4.8.4 Modelo Conceitual Definição Operacional Medida	79
4.8.5 Modelo Conceitual Medição de Software	80
4.8.6 Modelo Conceitual Resultado de Medição	81
4.8.7 Modelo Conceitual Comportamento de Processo	82
4.9 Construção do repositório de medidas	83
4.10 Conclusão do capítulo	83

CAPÍTULO 5 – MODELAGEM FUNCIONAL E CONSTRUÇÃO DO REPOSITÓRIO DE MENDIDAS.....	86
5.1 Introdução	86
5.2 Modelagem funcional para a manutenção do repositório de medidas.....	86
5.2.1 Lista de casos de uso	86
5.2.2 Casos de uso do repositório de medidas	86
5.3 Implementação física do modelo conceitual do repositório de medidas	90
5.4 Descrição do uso do sistema	91
5.4.1 Manter Objetivo	93
5.4.2 Manter Medida	96
5.4.3 Manter Entidade Mensurável	101

5.4.4 Manter Medição.....	103
5.4.5 Manter Análise e Comportamento de Processo.....	105
5.4.6 Extrair Dados de Medição	109
5.5 Conclusão do capítulo	114
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO.....	115
6.1 Considerações finais.....	115
6.2 Contribuições.....	116
6.3 Limitações	116
6.4 Perspectivas futuras	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
ANEXO I – ESTUDO BASEADO EM REVISÃO SISTEMÁTICA.....	123
ANEXO II – MEDIÇÃO DE SOFTWARE: TERMINOLOGIA	171
ANEXO III – SUBONTOLOGIAS QUE COMPÕEM A ONTOLOGIA DE MEDIÇÃO DE SOFTWARE.....	174
ANEXO IV – DDL’S PARA CONSTRUÇÃO FÍSICA DO REPOSITÓRIO DE MEDIDAS	187
ANEXO V –ASSOCIAÇÃO ENTRE OS REQUISITOS E ATRIBUTOS OBTIDOS NA REVISÃO DA LITERATURA, REQUISITOS DO CLIENTE E REQUISITOS FUNCIONAIS	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ontologia de Medição de Software: subontologias e ontologias integradas (BARCELLOS, 2009).....	23
Figura 4.1 – Modelo Conceitual Objetivos de Medição.....	76
Figura 4.2 – Modelo Conceitual Entidade Mensurável.....	77
Figura 4.3 – Modelo Conceitual Medidas de Software.....	78
Figura 4.4 – Modelo Conceitual Definição Operacional de Medidas.....	79
Figura 4.5 – Modelo Conceitual Medição de Software.....	80
Figura 4.6 – Modelo Conceitual Resultado de Medição.....	81
Figura 4.7 – Modelo Conceitual Comportamento de Processo.....	82
Figura 5.1 – Aplicações que compõem o Repositório de Medidas.....	92
Figura 5.2 – Incluir Objetivo/Necessidade de Informação.....	93
Figura 5.3 – Associar Objetivo/Necessidade de Informação com Medida.....	94
Figura 5.4 – Incluir Medida.....	96
Figura 5.5 – Incluir Definição Operacional de Medida.....	98
Figura 5.6 – Associar Objetivo Medição com Definição Operacional.....	100
Figura 5.7 – Incluir Entidade Mensurável e Associar Entidade Mensurável com Característica de Entidade Mensurável.....	102
Figura 5.8 – Associar Tipo Entidade Mensurável com Elemento Mensurável.....	103
Figura 5.9 – Incluir Medições.....	104
Figura 5.10 – Incluir Análise de Medição e Associação com Medições.....	105
Figura 5.11 – Incluir <i>Baseline</i> de Desempenho de Processo.....	106
Figura 5.12 – Incluir Desempenho de Processo Especificado.....	107
Figura 5.13 – Incluir Comportamento de Componente de Processo.....	107
Figura 5.14 – Incluir Capacidade de Processo.....	108
Figura 5.15 – Extrair dados de Medição.....	110
Figura 5.16 – Análise do Comportamento da Entidade Mensurável Realizar Testes de Produto.....	111
Figura 5.17 – Medições realizadas para o conjunto de informações selecionadas.....	112
Figura 5.18 – Medida e Entidade Mensurável Analisada.....	113
Figura 5.19 – Definição operacional da Medida selecionada.....	114

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Mapeamento dos construtores da ontologia de domínio para os construtores da modelagem conceitual adaptado de FOURO (2002).....	43
Tabela 4.2 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir dos construtores da ontologia.....	46
Tabela 4.3 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir da revisão da literatura	53
Tabela 4.4 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir dos construtores da ontologia - Relacionamentos.....	54
Tabela 4.5 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir da revisão da literatura - Relacionamentos	69
Tabela 4.6 – Descrição das Entidades e atributos	70
Tabela 4.7 – Relacionamento entre os Modelos Conceituais e os Requisitos.....	84
Tabela 5.1 – Relacionamento entre Requisitos Funcionais, Casos de Uso e Modelos Conceituais.....	87

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a introdução deste trabalho, as principais questões que motivaram a sua realização, o objetivo a ser atingido, a metodologia de pesquisa adotada e a estrutura como esta dissertação encontra-se organizada.

1.1 Introdução

É cada vez mais evidente para as organizações de desenvolvimento de software a importância da adoção de uma estratégia de medição da execução de seus processos. Um dos grandes desafios para gerentes de projetos de software é serem capazes de fazer previsões sobre o desempenho dos processos sem o apoio de dados históricos confiáveis. Segundo KITCHENHAM *et al.*(2001) responder a questões como, por exemplo, qual a estimativa de prazo, esforço e custo de um projeto e qual a quantidade de defeitos esperada na execução de um determinado componente de processo, têm sido alguns dos principais objetivos dos pesquisadores na área de medição de software nos últimos anos.

A adoção de uma estratégia de medição do comportamento dos processos relacionados ao desenvolvimento de software é apoiada pela implementação de um processo de medição, que segundo o MR-MPS (SOFTEX, 2009) tem o propósito de coletar, armazenar, analisar e relatar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais. A medição é o instrumento chave para caracterizar, avaliar, prever o comportamento e melhorar o processo de desenvolvimento de software (BATISTA, 2005).

Em geral, um processo de medição é implementado de forma evolutiva dentro da organização, sendo que, inicialmente, o controle do processo de desenvolvimento de software é exercido de forma reativa. As medições são difíceis de serem feitas e os dados são difíceis de coletar, como consequência do baixo nível de maturidade dos processos. Segundo comentam FLORAC *et al.* (2000) e WENJIE *et al.* (2008),

medições tradicionais de software e análise de métodos de medição fundamentados em dados planejados versus realizados não são suficientes para prever o desempenho do processo. À medida que os processos evoluem para níveis de maturidade mais elevados dos modelos de referência, o controle da execução do processo de desenvolvimento de software passa a ser pró-ativo baseado na previsão de desempenho dos componentes de processo.

Em organizações que implementam o nível 4 de maturidade do CMMI-DEV (CMMI, 2006) ou o nível B de maturidade do MR-MPS (SOFTEX, 2009b) ocorre uma mudança na forma como os projetos são gerenciados, passando a envolver técnicas quantitativas e estatísticas para controlar os processos. A gerência quantitativa consiste em utilizar métodos estatísticos para analisar o comportamento dos processos utilizados na organização, fornecendo subsídios para a implantação de melhorias, análise de causas de defeitos e aplicação de ações corretivas e preventivas. Adotar a gerência quantitativa requer que a organização tenha alcançado um nível elevado de maturidade em seus processos de software e possua um repositório organizacional de medidas para apoiar o armazenamento e análise dos dados (SARGUT e DEMIRORS, 2006). A aplicação da gerência quantitativa é capaz de fornecer uma visão objetiva do projeto e dos processos utilizados, permitindo a compreensão de sua situação e andamento, suas variações de desempenho e qualidade, e o grau de alcance dos objetivos do projeto e da organização, além de prover meios para estabelecer e manter estáveis os níveis de variação dos processos (FLORAC e CARLETON, 1999).

Vários trabalhos apresentados na literatura afirmam que os gráficos de controle são adequados para analisar o comportamento dos processos. Tais gráficos demonstram as medições do desempenho do componente de processo ao longo do tempo e provêm informações sobre a estabilidade e a capacidade em linhas base estabelecidas (WELLER, 2000; EICKELMANN e ANANT, 2003; ZHANG e SHETH, 2006). Em adição, nestes trabalhos é afirmado que é indiscutível a questão da aplicabilidade do controle estatístico de processos (CEP) na avaliação do comportamento e do desempenho dos processos de engenharia de software. A questão está em: onde e como aplicar. Segundo comentam WELLER *et al.* (2008), o controle estatístico de processo (CEP) tem foco em controlar subprocessos chave e para ser efetivo necessita de três atributos: quantidade suficiente de observações, processos controláveis e objetivos de desempenho relevantes para os negócios da organização. Além disto, comentam que um

subprocesso deve ser passível de controle, ou seja, deve ser bem definido e de duração relativamente curta. Se o desempenho esperado pela execução do processo não é o que se espera, é preciso realizar mudanças, ou seja, melhorias. Para aplicar corretamente CEP aos processos de software, é preciso decompor o processo em subprocessos e entender claramente como seus passos podem afetar o desempenho do processo.

A análise estatística ajuda a refinar as estimativas de desempenho com maior conhecimento e grau de confiança. Conforme comentam WENJIE *et al.* (2008) um ingrediente essencial para a integração de medidas e medições ao processo de software é o suporte adequado de ferramentas que possibilitem armazenamento e recuperação dos dados. Organizações com considerável volume de desenvolvimento de sistemas de tamanhos significativos geram grande quantidade de dados. Neste contexto, a análise manual de desempenho de processo pode não ser viável, sendo aconselhável o uso de ferramentas para apoiar a coleta, a análise e também para assegurar a coerência das informações e dos dados armazenados.

WILKIE e HARMER (2002) comentam que existem ferramentas disponíveis para a análise automatizada de medidas de desempenho de processo descritas na literatura, porém a flexibilidade no que diz respeito à associação de medidas e medições aos componentes de processo de software em constante aperfeiçoamento é discutível. Tal flexibilidade deve ser apoiada pela definição da arquitetura e da estrutura lógica de um repositório de medidas, permitindo também separar a questão do armazenamento do modo de acessar os dados (linguagem utilizada para construir as aplicações que acessam os dados) facilitando assim, a evolução dos processos de software e do armazenamento dos dados no repositório de medidas para os níveis mais elevados de maturidade.

1.2 Motivação e objetivo do trabalho

Organizações que se encontram nos níveis de maturidade mais elevados têm como meta principal a melhoria contínua de seus processos. Essas organizações definem medidas e fazem análise dos dados coletados visando a tomada de decisão e a melhoria contínua. A avaliação dos dados resultantes da execução dos processos possibilita uma melhor compreensão do comportamento e da previsibilidade dos processos de software, apoiando ações para melhorias. Para alcançar os níveis mais altos de maturidade é necessário melhorar cada etapa do ciclo de vida do software e, para que isso seja

possível, dados quantitativos que descrevam a realidade do processo precisam ser obtidos, armazenados e devidamente analisados (OMAN, 1997).

Nos níveis iniciais de um programa de melhoria de processos, organizações executam um processo de medição que, basicamente, consiste na coleta de dados da execução dos projetos e comparação destes dados com os valores planejados. Nestes níveis, é comum organizações utilizarem planilhas para armazenar os dados coletados. Porém, esta abordagem não é suficiente para organizações que buscam a alta maturidade em seus processos.

A medição de software deve ser executada de forma eficiente desde o início da implantação de um programa de melhoria de processos para facilitar a evolução da organização e a melhoria contínua. A literatura aponta que uma das grandes dificuldades para se alcançar os níveis mais altos de maturidade/capacidade em processos, relaciona-se à não adequação das medidas coletadas e dos repositórios de medidas existentes nas organizações à aplicação do controle estatístico de processos (CAIVANO, 2005; KITCHENHAM *et al.*, 2006; KUMORO, 2006; BORIA, 2007; WHEELER e CHAMBERS, 1992; BARCELLOS, 2009).

Modelos de maturidade (CMMI e MR-MPS) definem processos de medição de software e evidenciam a necessidade de um repositório de medidas, mas não descrevem suas características e nem como este deve ser construído (CMMI, 2006; SOFTEX, 2009a). A dificuldade, ou mesmo a impossibilidade, de encontrar no mercado de software um repositório de medidas adequado às técnicas do controle estatístico de processos de software e ao ambiente da organização retarda a implementação do controle estatístico de processos de software e a implantação da alta maturidade nas organizações.

O ambiente A2M (Ambiente de Alta Maturidade) está sendo desenvolvido pela COPPE com o objetivo de apoiar organizações de software na implantação do controle estatístico e na melhoria contínua de processos, características da alta maturidade em desenvolvimento e manutenção de software.

Em trabalho anterior do grupo de qualidade de software da COPPE, BARCELLOS (2009) definiu uma estratégia para medição de software e avaliação de

bases de medidas para controle estatístico de processos de software em organizações de alta maturidade. Definiu, ainda, uma ontologia para o domínio medição de software.

O objetivo geral desta dissertação consiste em definir um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software a partir da Ontologia de Medição de Software (BARCELLOS, 2009) e da revisão da literatura, considerando o processo de transformação de um modelo conceitual para um modelo lógico de banco de dados (FOURO, 2002).

1.3 Metodologia de pesquisa

Este trabalho foi desenvolvido utilizando a seguinte metodologia de pesquisa:

(i) Revisão da literatura

Esta etapa teve como objetivo realizar uma revisão geral da literatura com a finalidade de entender o problema de forma abrangente.

(ii) Estudo baseado em revisão sistemática da literatura

Esta etapa teve como objetivo identificar as características (ou requisitos) de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos, através de um estudo baseado em revisão sistemática da literatura.

(iii) Identificação dos requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos

Esta etapa teve o objetivo de identificar os requisitos do repositório de medidas a ser construído considerando sua adequação ao controle estatístico de processos.

(iv) Projeto do repositório

O projeto lógico do repositório foi realizado utilizando a proposta de FOURO (2002) que define um processo para transformação de uma ontologia de domínio para um modelo de entidades e relacionamentos (E-R). No caso foi utilizada a ontologia de medição proposta em BARCELLOS (2009) que descreve o componente da estratégia responsável por definir e representar a conceituação do domínio medição de software relevante tanto à medição tradicional quanto em alta maturidade.

A partir do projeto lógico foi elaborado o projeto físico do repositório de medidas.

(v) Construção do repositório

Nesta etapa o modelo de entidade e relacionamento conceitual e físico foi implementado com a ajuda da ferramenta *Enterprise Architecta* partir do projeto elaborado e as funcionalidades necessárias para a manutenção dos dados no repositório.

1.4 Organização do trabalho

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. O presente capítulo apresentou a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, os objetivos da pesquisa, a metodologia utilizada e a organização do texto.

O segundo capítulo, Medição de Software, apresenta os principais conceitos relacionados à medição de software, a ontologia de medição de software utilizada e como as principais normas e modelos de maturidade abordam o tema medição de software. Apresenta os principais conceitos sobre um repositório de medidas, o resultado do estudo baseado em revisão sistemática e os requisitos e atributos obtidos com a revisão da literatura.

O terceiro capítulo, Requisitos de um Repositório de Medidas adequado ao controle Estatístico de Processo de Software, apresenta os requisitos que foram considerados para a definição do repositório de medidas na abordagem proposta, relacionando-os com os requisitos e atributos obtidos da revisão sistemática.

O quarto capítulo, Definição do Repositório de Medidas Adequado ao Controle Estatístico de Processo de Software, apresenta a definição do repositório de medidas de acordo com a abordagem proposta.

O quinto capítulo, Modelagem Funcional e Construção do Repositório de Medidas, apresenta a modelagem realizada para definir o conjunto de casos de uso e as especificações das funções necessárias para a manutenção dos dados no repositório de medidas apresentado no capítulo 4.

O sexto capítulo, Conclusão, apresenta as considerações finais deste trabalho, bem como as contribuições da dissertação, suas limitações e perspectivas para futuros trabalhos.

Esta dissertação é composta ainda por cinco anexos sendo que: o primeiro descreve como foi realizado o Estudo Baseado em Revisão Sistemática; o segundo descreve alguns dos termos existentes na terminologia de medição de software conforme a norma ISO/IEC 15939:2001; o terceiro apresenta as subontologias que compõem a ontologia de medição de software; o quarto anexo apresenta as DDL's para construção física do repositório de medidas; por último, o quinto anexo, apresenta a tabela de associação entre requisitos da literatura, requisitos do cliente e requisitos funcionais.

CAPÍTULO 2 – MEDIÇÃO DE SOFTWARE

Neste capítulo é apresentada como a medição é descrita nas normas e modelos, conceitos sobre repositório de medidas e a ontologia de medição de software.

2.1 Introdução

A necessidade de se medir em engenharia de software pode ser resumida em uma frase conhecida de DEMARCO (1982): “Não se pode controlar o que não se pode medir”. Complementando esta frase, consideramos que não se pode medir se não conhecer o que medir e para que medir. A implantação de um processo de medição, que possibilite fornecer informações gerenciais para definição de indicadores que apoiem as atividades essenciais para a gerência eficaz de sistemas de software, deve ser feita em conjunto com outras implantações. Para saber por que medir, as medidas devem ser derivadas dos objetivos estratégicos e para saber como medir, a organização necessita ter processos mesmo que ainda não tão maduros como se desejaria.

Há diversos relatos na literatura sobre medição de software. Alguns propõem processos para a realização da medição, outros definem modelos de informação que estabelecem a estrutura de informação considerada pela medição e outros incluem propostas tanto para o processo de medição quanto para o modelo de informação. Algumas normas e modelos de maturidade, como por exemplo, ISO/IEC 15939 (ISO/IEC, 2001), CMMI-DEV (CMMI, 2006) e MR-MPS (SOFTEX, 2009a), recomendam a execução da medição de software, confirmando a importância deste processo em uma organização que busca a melhoria contínua. A revisão da literatura realizada nesta dissertação contemplou:

(i) Umarevisão informal da literatura que teve como um dos principais focos buscar por dissertação de mestrado e teses de doutorado que tratassem do assunto medição de software e repositório de medidas. Considerou também uma pesquisa aos anais do SBQS (Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software) entre os anos de 2003 e 2010. Do conjunto de publicações analisadas foi possível selecionar algumas sobre medição

de software, porém voltadas para a medição de tamanho e de produtividade, não fazendo referências aos requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software. As publicações que apresentaram informações de interesse ao tema deste trabalho fazem parte do conjunto de teses de mestrado e doutorado já consideradas neste trabalho. A revisão da literatura também contemplou a leitura dos modelos de maturidade CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) (CMMI, 2006) e MR-MPS (SOFTEX, 2009a), além das principais normas e padrões internacionais relacionados à medição de software.

(ii) Um estudo baseado em revisão sistemática que foi planejado e executado. Uma das questões de pesquisa deste estudo, apresentado no Anexo I desta dissertação, foi “Quais são os requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?”. Para a realização deste estudo, foi utilizado o processo de apoio à condução de estudos baseados em revisão sistemática descrito em (MONTONI, 2007). Tradicionalmente, realizar revisão sistemática da literatura consiste na execução de processo formal e controlado, que evita a introdução de tendências que podem desvirtuar os resultados da pesquisa. Para isso, a revisão sistemática da literatura consiste em uma metodologia de pesquisa específica que integra estudos experimentais para criar generalizações e requer que seja seguido um conjunto bem definido de passos metodológicos, segundo um protocolo de pesquisa desenvolvido apropriadamente.

Além desta seção introdutória, este capítulo está estruturado em seis seções. Na seção 2.2, são apresentados os conceitos básicos de medição de software. A forma como algumas normas e modelos de maturidade tratam a medição é descrita na seção 2.3. As principais questões relacionadas a um repositórios de medidas são discutidas na seção 2.4. Na seção 2.5, é apresentado um conjunto de características relacionadas às medições adequadas ao controle estatístico. Na seção 2.6, a Ontologia de medição proposta por BARCELLOS (2009) é apresentada. Na seção 2.7 é apresentado o processo de transformação de um modelo conceitual para um modelo lógico de banco de dados proposto por FOURO (2002). Por fim, na seção 2.8, são relatadas as considerações finais deste capítulo.

2.2 Conceitos de medição em medida

BATISTA (2005) afirma que a medição corresponde ao ato ou resultado da coleta de valores de uma medida previamente definida para atender a um objetivo de negócio e associada à execução de um subprocesso.

A medição é uma avaliação quantitativa de qualquer aspecto dos processos e produtos da Engenharia de Software permitindo seu melhor entendimento (BARCELLOS, 2009) *apud* (BASS *et al.*, 1999). Além de apoiar fortemente a tomada de decisão, a medição tem um papel fundamental na melhoria do processo organizacional, possibilitando o aperfeiçoamento dos processos técnicos e de negócio da organização. Em adição, as informações providas pela medição são fundamentais para apoiar as estimativas elaboradas para o planejamento dos projetos e posterior comparação com os dados das medições realizadas durante a execução dos processos.

A norma ISO/IEC 15939:2001 (ISO/IEC, 2001) define medida como sendo a variável à qual um valor é atribuído como resultado de uma medição. São valores quantitativos reais ou estimados que traduzem a extensão, o montante, a dimensão, a capacidade ou o tamanho de algum atributo de um processo, de um produto ou de um recurso. Como exemplo de medida pode-se citar: quantidade de defeitos de um produto, prazo estimado do projeto, tamanho do produto, quantidade de horas estimadas para a execução de uma atividade, índice de produtividade, densidade de defeitos nos testes de aceite, etc. Esta norma define medição como sendo o conjunto de operações que têm por objetivo determinar o valor de uma medida. Portanto, medição representa o ato de coletar o resultado numérico ou categórico atribuído a uma medida básica¹, derivada² ou indicador³.

Medidas têm por objetivo medir, por exemplo, a complexidade do projeto de software, a quantidade de defeitos, o tamanho do programa final ou o volume da

¹ Medida básica: é definida em termos de um atributo e dos métodos para quantificá-los. É funcionalmente independente de outra medida (ISO/IEC, 2001).

² Medida derivada: é definida como uma função de dois ou mais valores de medida básica ou derivada (ISO/IEC, 2001).

³ Indicador: medida que fornece uma estimativa ou avaliação de atributos específicos ou derivados de um modelo relativo às necessidades de informação definidas (ISO/IEC, 2001).

documentação. A medição captura informações de entidades⁴ e atributos⁵, sendo o processo nos quais números ou símbolos são atribuídos aos atributos de entidades do mundo real de forma a descrevê-los de acordo com regras claramente definidas. Como exemplo, tem-se que: medida é a taxa de detecção de erros que pode assumir valores de 0.1 a 0.5 erros/kLOC; Registrar a taxa de detecção de erros de um projeto de software é a medição ou coleta; Um valor assumido por uma inspeção de software com valor 0.1 erros/kLOC (*kilo lines of code*) é o valor da medida.

Segundo PUTNAM e MYERS (2003), existem 5 medidas que são chamadas de “*core metrics*”: 1º) Tempo: a duração do projeto em termos de calendário (prazo do projeto); 2º) Produtividade: representa a relação entre as funcionalidades produzidas por uma unidade de tempo (esforço produzido); 3º) Quantidade de funções, usualmente mensuradas em termos de tamanho (como por exemplo, linhas de código ou pontos de função); 4º) Confiabilidade: relacionada em termos de razão de defeitos; 5º) Produtividade do Processo: a quantidade de esforço produzido por uma pessoa/mês para o processo em questão.

Outro conceito relacionado à medição de software é o de tipo de entidade mensurável e elemento mensurável. Segundo BARCELLOS (2009) um tipo de entidade mensurável é uma classificação de entidades mensuráveis que indica quais elementos mensuráveis podem ser utilizados para caracterizar entidades desse tipo. Já um elemento diretamente ou indiretamente mensurável é uma propriedade de um tipo de entidade mensurável, por meio da qual, entidades mensuráveis desse tipo podem ser caracterizadas. Um elemento diretamente mensurável é um elemento mensurável que pode ser medido diretamente, ou seja, sem que haja necessidade de medir outros elementos mensuráveis (por exemplo, tamanho). Por outro lado, um elemento indiretamente mensurável é um elemento mensurável que só pode ser medido a partir da medição de outros elementos mensuráveis, ditos seus subelementos, que devem caracterizar o mesmo tipo de entidade mensurável. Por exemplo, o elemento indiretamente mensurável produtividade, que caracteriza o tipo de entidade Projeto,

⁴ Entidade: é um objeto (por exemplo, uma pessoa, uma sala) ou um evento (uma viagem, uma fase de teste de um projeto de software) do mundo real (ISO/IEC, 2001).

⁵ Atributo: é uma característica ou uma propriedade de uma entidade. Exemplos: atributos de sala (área, cor); atributos de pessoa (altura, peso) e atributos de viagem (custo, duração) (ISO/IEC, 2001).

pode ser medido a partir da medição dos subelementos tamanho, tempo e esforço, sendo que esses elementos mensuráveis devem caracterizar o mesmo tipo de entidade mensurável que o elemento indiretamente mensurável produtividade caracteriza, ou seja, Projeto. Em uma medição torna-se necessário conhecer qual o tipo da entidade mensurável que está sendo medida e qual elemento mensurável da entidade mensurável é medido. Uma Entidade Mensurável pode ser, por exemplo: organização; unidade organizacional; recurso humano; projeto; processo de software padrão; ocorrência de processo de software; subprocesso de software; componente de processo; ocorrência de atividade; artefato ou um recurso.

Medidas podem depender funcionalmente de outras ou não. Uma medida funcionalmente independente é uma Medida Base e é utilizada para quantificar um elemento diretamente mensurável. Por outro lado, uma medida funcionalmente dependente, ou seja, que deriva de outras medidas é chamada de Medida Derivada e é utilizada para quantificar um elemento indiretamente mensurável.

2.3 Medição nos modelos de maturidade e nas normas internacionais

Nesta seção é descrito como o processo de Medição é abordado nos modelos de maturidade CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*) (CMMI, 2006) e MR-MPS (SOFTEX, 2009) e nas principais normas e padrões internacionais relacionados a medição.

Segundo a norma Internacional ISO/IEC 15939:2001 (ISO/IEC, 2001), um processo de medição é descrito como um modelo que identifica as atividades e tarefas requeridas para estabelecer e manter o comprometimento com a medição, planejar o processo de medição, executar o processo de medição e avaliar a medição, permitindo *feedback* e melhoria contínua do processo. O objetivo do processo de medição de software definido pela norma é “coletar, analisar e reportar dados relativos aos produtos desenvolvidos e processos implementados na unidade organizacional; dar apoio à gerência efetiva dos processos; e demonstrar objetivamente a qualidade dos produtos, em alinhamento com a norma ISO 15504-2: 2003” (ISO/IEC, 2003).

A norma ISO/IEC 15939:2001 fornece definições para alguns termos utilizados na medição de software, como por exemplo, atributo, medidas, medida básica, medida derivada, medição, necessidade de informação, conceitos mensuráveis e

indicador,apresentados no Anexo II desta dissertação. Esta norma não apresenta um catálogo de medidas de software, nem fornece qualquer conjunto de medidas recomendado para aplicação em projetos de software. No entanto, ela identifica um processo que apóia a definição de um conjunto de medidas adequado às necessidades de informação específicas. Este processo definido não prescreve o uso de uma base ou conjunto de medidas previamente definidas. A norma apresenta um anexo com critérios que podem ser utilizados para seleção das medidas.

O IEEE Std 1061-1998 (IEEE, 1998) provê um *framework* para medidas de qualidade de software e um processo para medição da qualidade de software visando estabelecer requisitos de qualidade e identificar, implementar, analisar e validar medidas de qualidade de processo e de produto. Baseando-se em um framework definido, IEEE Std 1061-1998 propõe um processo de medição composto por cinco atividades: (i) estabelecer os requisitos da qualidade de software; (ii) identificar as medidas de qualidade de software; (iii) implementar as medidas; (iv) analisar os resultados das medidas; e (v) validar as medidas.

Segundo McGARRY *et al.* (2002), *Practical Software Measurement* (PSM) é uma abordagem para medição de software orientada às necessidades de informação organizacionais aderente à ISO/IEC 15939. O foco do PSM está na medição de um projeto específico e pode ser customizado para englobar medições em plano organizacional. A medição é classificada como uma disciplina de apoio 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: (i) adaptação do processo de medição para os projetos; (ii) coleta e análise de dados; (iii) implementação do processo de medição; (iv) avaliação do programa de medição.

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

i) Avaliação de medidas e indicadores: verifica se os dados gerados satisfazem as necessidades de informações gerenciais.

ii) 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.

iii) 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; relatórios 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 entre outros.

iv) Identificação e implementação das melhorias: seleciona e executa ações para melhorar os dados coletados ou o processo de medição em si.

Segundo o modelo CMMI-DEV (Capability Maturity Model Integration for Development) (CMMI, 2006), o propósito de fazer medição e análise é poder avaliar as necessidades e objetivos de informações identificados para a organização. Embora a área de processo Medição e Análise pertença ao nível 2 de maturidade do CMMI, ela está presente em todas as outras áreas de processo através da prática genérica GP 3.2 Coletar Informações de Melhoria.

O modelo de referência MPS (SOFTEX, 2009a) estabelece que o propósito do processo Medição é coletar, armazenar, analisar e relatar os dados relativos aos produtos desenvolvidos e aos processos implementados e executados na organização e em seus projetos, de forma a apoiar os objetivos organizacionais. A implantação do processo Medição tem início com o estabelecimento dos objetivos de medição a partir dos objetivos da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais. As medidas são definidas a partir dos objetivos organizacionais e necessidades estratégicas de informação da organização para que seja possível verificar se os objetivos da organização estão sendo atingidos (SOLINGEN e BERGHOUT, 1999). Cada medida deve ser documentada, priorizada e descrita em termos de procedimentos para a coleta e armazenamento. São definidos, também, procedimentos para avaliação da integridade e confiabilidade dos dados coletados, além de procedimentos para a análise da medição realizada. A partir da execução dos processos, os dados de medição, os resultados das análises, especificações de medidas, indicadores

e interpretações, devem ser disponibilizados/armazenados para recuperação pelos interessados e para produzir informações usadas para apoiar decisões e fornecer uma base objetiva para comunicação aos interessados.

No modelo de referência MPS (SOFTEX, 2009) o processo Medição é implantado no nível F equivalente ao nível 2 de maturidade do modelo CMMI-DEV (CMMI, 2006) tendo como finalidade apoiar os processos de gerência e de melhoria da qualidade de processo e de produto. A partir do nível E de maturidade, o planejamento e as estimativas das atividades do projeto devem ser feitos baseados em um repositório de medidas da organização. Observa-se que os resultados da implementação do processo Medição são obtidos de forma evolutiva dentro da organização. Portanto, ao iniciar a implementação já se deve preparar o caminho para níveis mais elevados de maturidade dos processos, através da escolha adequada das medidas. Também se deve ter em conta a impossibilidade de realizar mudanças radicais nos processos (SOFTEX, 2009b) e na granularidade das medições para ser possível utilizar os dados armazenados no repositório de medidas para análise da estabilidade dos processos (KITCHENHAM *et al.*, 2006).

Nos níveis iniciais de um programa de melhoria de processos é comum as organizações adotarem medição tradicional que basicamente consiste na comparação de valores planejados com realizados. Esta abordagem não é suficiente para as organizações que buscam a alta maturidade em seus processos. Para tal, é necessário o uso de gerenciamento quantitativo dos projetos e a realização do controle estatístico dos processos de software com o objetivo de, a partir das medições realizadas, conhecer o comportamento dos processos, visando verificar se estes são capazes de atender aos objetivos de desempenho estabelecidos e, quando apropriado, identificar ações corretivas e de melhoria (BARCELLOS, 2009).

A análise do comportamento dos processos depende da existência de dados de medição e limites de controle (superior, inferior e central) armazenados no repositório de medida (CMMI, 2006; SOFTEX, 2009b). Organizações em que seus processos se encontram nos níveis mais altos de maturidade (4 e 5 do CMMI ou B e A do MR-MPS respectivamente), devem ter seu processo de medição definido de tal modo que apoie a medição do desempenho dos processos (efetividade, eficiência, produtividade, qualidade do produto entre outros) pelo uso de técnicas estatísticas, buscando monitorar

os processos através de medições constantes (FLORAC e CARLETON, 1999). Segundo estes modelos, estas organizações possuem repositórios de medidas definidos pela implantação do processo Definição do Processo Organizacional no nível 3 do modelo CMMI-DEV (CMMI, 2006) ou no nível E do MR-MPS (SOFTEX, 2009).

A partir do nível B do MR-MPS (SOFTEX, 2009b), com a implementação dos atributos de processo “AP 4.1 – O processo é medido” e “AP 4.2 – O processo é controlado”, a organização passa a ter uma visão quantitativa do desempenho de seus processos no apoio ao alcance dos objetivos de qualidade e de desempenho dos processos. Segundo o modelo de referência CMMI-DEV (CMMI, 2006) o nível 4 de maturidade é composto por duas áreas de processo: Desempenho do Processo Organizacional e Gerência Quantitativa de Projeto. Na primeira, é esperado que seja estabelecido e mantido um entendimento quantitativo do desempenho do conjunto de processos da organização para apoiar os objetivos de qualidade e de desempenho do processo, e fornecer os dados da execução do processo para apoiar a execução da segunda, isto é, a gerência quantitativa dos projetos da organização. A abordagem de desempenho de processo motivou pessoas a “pensarem” sobre o processo de software e começaram a avaliá-lo em relação à coerência, eficácia e eficiência. Ao avaliar o desempenho do processo controlado, caso este não seja capaz de atender aos requisitos do cliente ou outros objetivos definidos, o processo precisa ser melhorado ou novo comprometimento com o cliente relacionado aos requisitos do produto deve ser estabelecido (FLORAC *et al.*, 2000).

Para realizar o controle estatístico e analisar o desempenho de seus processos, as organizações devem definir medidas e coletar dados. No entanto, essa tem sido uma das principais dificuldades apontadas pela literatura para a realização bem sucedida do controle estatístico de processos (BARCELLOS, 2009; WANG e LI, 2005; KITCHENHAM *et al.*, 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006).

Pode-se observar que existe uma grande similaridade sobre como estes modelos e normas tratam a questão da medição. Além disto, observa-se que nenhum dos modelos e normas descritos neste trabalho apresenta um catálogo de medidas de software, nem tão pouco descreve como deve ser um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software.

2.4 Repositório de medidas

Um repositório de medidas pode ser representado por um conjunto de estrutura de dados relacionada que tem como finalidade apoiar a implantação de um programa de medição e análise nas organizações. Nele são armazenados os dados resultantes das medições realizadas ao longo da execução dos processos, tanto no contexto dos projetos quanto organizacional. A definição, implementação e uso de um repositório de medidas deve ser adequado ao nível de maturidade dos processos de software da organização. Neste contexto, o repositório de medidas contém tanto medidas de produto como de processo que estão relacionadas ao conjunto de processos padrão da organização. Pode, também, conter as informações necessárias para compreender e interpretar as medidas e avaliá-las, visando racionalidade e aplicabilidade (CMMI, 2006).

No modelo CMMI-DEV (CMMI, 2006) a questão do armazenamento dos dados coletados é tratada na prática específica “SP 2.3 Armazenar dados e resultados” referente ao Objetivo Específico “SG 2 Prover resultados de Medição” da área de processo Medição e Análise. Esta prática indica que devem ser armazenados e gerenciados os dados de medição, os procedimentos de medição e os resultados das análises. As seguintes subpráticas estão relacionadas a esta prática específica: (a) Revisar os dados para garantir que estão completos, íntegros, adequados e corretos; (b) Armazenar os dados de acordo com os procedimentos de armazenamentos; (c) Assegurar que os dados só estarão disponíveis para uso por grupos e pessoas apropriadas; (d) Prevenir que as informações armazenadas sejam usadas inapropriadamente. A coleta de dados da medição é feita de acordo com o Plano de Medição e preparada para a análise de acordo com o Plano de Análise. Durante a coleta, os dados devem ser validados e verificados exaustivamente quanto a atualidade e precisão. Depois da validação, os dados podem ser apresentados para a equipe e a outros envolvidos para interpretação. A atividade principal desta fase é a de armazenar os dados de tal forma que facilite o acesso da equipe do projeto e outros interessados no decorrer do projeto ou depois de sua conclusão.

No MR-MPS (SOFTEX, 2009) o estabelecimento e a manutenção do repositório de medidas da organização são previstos pelo processo Definição do Processo Organizacional. Os dados que compõem a base histórica do repositório de medições são oriundos das avaliações dos produtos e processos relacionados ao conjunto de processos

padrão da organização e têm como objetivo facilitar as estimativas e o entendimento do comportamento dos projetos da organização. As medidas, os dados e os resultados das análises das medições são armazenados no repositório de medidas da organização segundo os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas em conformidade com o estabelecido no processo Medição (SOFTEX, 2009). A infraestrutura do repositório de medidas deve ser definida de forma a considerar a evolução contínua das medidas dos processos e produtos. A partir do nível C de maturidade deste modelo a utilização, apenas, de planilhas eletrônicas para implementar um repositório de medidas, dificulta o armazenamento e recuperação dos dados e restringe a utilização em organizações com diversos projetos executando em paralelo.

O nível de maturidade dos processos está relacionado com a medição do desempenho do processo, com a qualidade do produto e qualidade do processo utilizado e com o nível de conhecimento sobre o desempenho passado dos processos a partir de dados históricos (BOFFOLI, 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006; FLORAC e CARLETON, 1999). Neste contexto, o conhecimento sobre o desempenho dos processos é apoiado pela utilização da gerência quantitativa e para tal, as organizações devem ter alcançado um bom nível de maturidade em seus processos de software, devem possuir um repositório organizacional de medidas e realizarem práticas que caracterizem um bom desenvolvimento de software. Conforme comentado anteriormente, a gerência quantitativa do projeto consiste em utilizar métodos estatísticos para analisar os dados, armazenados em repositório organizacional de medidas, referentes à execução dos processos utilizados no projeto, permitindo a compreensão de sua situação, suas variações de desempenho e qualidade e o grau de alcance dos objetivos do projeto e da organização. Segundo WHEELER (2000) nenhuma comparação entre dois valores pode ser global e a plenitude do comportamento de uma série histórica apresentada em um gráfico de controle evita a simples comparação entre um valor corrente e um valor prévio. A utilização de gráficos de controle apoiando a análise e previsibilidade do comportamento do desempenho dos processos provê as bases para a tomada de decisão.

Os dados armazenados no repositório de medidas da organização devem possibilitar gerar gráficos de controle. Tais gráficos são comumente usados para apoiar o monitoramento da qualidade do produto, as variações e estabilidades no desempenho de processos, sendo que, um fator importante para a predição do alcance dos objetivos é

a capacidade de entender a natureza e extensão das variações detectadas no desempenho dos processos do projeto (FLORAC *et al.*, 2000). Nestes gráficos uma série histórica de dados é apresentada cronologicamente de uma forma visual, fazendo com que a informação seja de fácil visualização e assimilação. Limites de controle superior, inferior e central são calculados a partir dos dados armazenados no repositório organizacional de medidas, compondo as informações apresentadas nos gráficos de controle (KITCHENHAM *et al.*, 2006; ZHANG e SHETH, 2006; WILKIE e HARMER, 2002; BOFFOLI *et al.*, 2008; EICKELMANN e ANANT, 2003; PICKARD *et al.*, 2001; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; BIEHL, 2004).

As séries históricas de medições armazenadas no repositório de medidas da organização utilizadas na análise do desempenho de subprocessos e na elaboração de gráficos de controle fornecem subsídios para a identificação da previsibilidade e estabilidade dos processos. Conforme comentam FLORAC *et al.*, (2000) e WHEELER (2000) um processo tem seu desempenho previsível somente se o processo é estável, ou seja, sob controle. Um processo é considerado estável quando se comporta de forma previsível em relação a seus atributos e dentro de limites de controle estabelecidos. Entender a capacidade do processo é o primeiro passo para promover a melhoria deste. Quando o processo é dito estável, a variação do desempenho do processo é previsível e resultados inesperados são extremamente raros. Quando um dos limites (inferior ou superior) é superado ou o desempenho do processo tem um comportamento não randômico, isto pode indicar que se têm causas especiais (sinais) responsáveis pela instabilidade do processo. Um processo está sob controle estatístico e estável quando não existem ocorrências de causas especiais representadas nos gráficos de controle elaborados. Quando um processo está sob controle estatístico e uma grande quantidade de resultados se situa dentro dos limites especificados, o processo é denominado capaz. Portanto, processo capaz é um processo estável cujo desempenho satisfaz os requerimentos do cliente, isto é, a voz do cliente.

Um fator importante na implantação do processo Medição é a definição e escolha das ferramentas de apoio à medição (WENJIE *et al.*, 2008; RUZHI *et al.*, 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2003). Conforme comentado anteriormente, a revisão informal da literatura teve como um dos principais focos, buscar por teses de mestrado e doutorado cujo tema estivesse relacionado à medição de

software e repositório de medidas. Algumas informações sobre as teses encontradas são apresentadas a seguir:

ESTOLANO (2005) afirma que a base de medidas definida em sua dissertação de mestrado possibilita o registro de medidas de forma estruturada e detalhada. Em adição, comenta que a finalidade do repositório de medidas e ambientes de catalogação definido é fornecer para os diferentes envolvidos meios para consulta, busca e recuperação além de mecanismos de reuso das informações de medição. O repositório foi construído a partir da definição da medida, do tipo de medição, da fórmula para cálculo da medida, da unidade e do tipo de escala, dos instrumentos para coleta de dados, das regras de contagem (definição operacional), da especificação do tipo de entidade e do atributo medido, entre outros metadados necessários.

Segundo descrito por ARAÚJO (2008) os objetivos de sua dissertação de mestrado foram 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 para atender aos requisitos estabelecidos no nível de maturidade 3 do modelo de referência CMMI-DEV (CMMI, 2006).

Conforme afirma ROMEU (2008) sua dissertação de mestrado teve como objetivo propor um processo de integração entre BSC, CMMI e Six Sigma a fim de estabelecer uma estrutura de gerenciamento quantitativo. Este processo é baseado em medições e indicadores de desempenho para prover melhoria contínua de processos de forma alinhada aos objetivos estratégicos da organização.

BATISTA (2005) declara que o objetivo principal de sua dissertação de mestrado era apresentar uma abordagem sistemática para a criação e implantação de um programa de medição para organizações de alta maturidade, baseado no Nível 4 do Modelo de Maturidade de Capacidade CMM, focando em parte da KPA (*Key Process Area*) de QPM (*Quantitative Process Management*). O programa de medição consiste em: definir as medidas críticas; coletar e validar os dados das medidas escolhidas pela organização; analisar estatisticamente os dados com técnicas apropriadas; identificar causas especiais de processos e encaminhar ações corretivas automaticamente aos responsáveis, para que os desvios de processo fossem corrigidos e removidos do processo.

Segundo BARCELLOS (2009) o objetivo geral de sua tese de doutorado foi definir uma estratégia que auxiliasse as organizações que buscam a alta maturidade em seus processos de software na obtenção e manutenção de bases de medidas aplicáveis ao controle estatístico de processos, bem como na realização de medição adequada a esse contexto. O objetivo geral desta tese decompõe-se nos seguintes objetivos específicos: (i) Definição de um instrumento para avaliação da adequação de uma base de medidas ao controle estatístico de processos de software; (ii) Definição de um conjunto de recomendações capaz de auxiliar as organizações na realização de medições adequadas ao controle estatístico de processos; e (iii) Definição de uma ontologia para o domínio medição de software.

O instrumento para avaliação da adequação de uma base de medidas está baseado em um conjunto de características que as medidas devem possuir para permitir o controle estatístico de processos. Este instrumento deu, também, origem ao conjunto de recomendações. A ontologia explicita a conceituação desse domínio, abordando aspectos da medição tradicional e em alta maturidade, de modo a apoiar a definição e utilização do instrumento de avaliação e do conjunto de recomendações. Esta dissertação continua o trabalho da tese de doutorado de BARCELLOS (2009) e para entendimento do trabalho que se segue nesta dissertação alguns resultados desta tese são descritos em detalhe a seguir.

2.5 Requisitos de medidas adequadas ao controle estatístico

A partir da revisão da literatura realizada foi possível identificar um conjunto de requisitos relacionado à coleta de valores de uma medida adequada ao controle estatístico de processo de software, a saber:

- Uma medida deve estar associada à pelo menos uma entidade mensurável (WENJIE *et al.*, 2008), (FLORAC *et al.*, 2000), (PICKARD *et al.*, 2001), (KITCHENHAM *et al.*, 2001), (ZHU *et al.*, 2009), (SARGUT e DEMIRORS, 2006), (De LUCIA *et al.*, 2003), (TARHAN e DEMITORS, 2006), (De LUCIA *et al.*, 2002), (ZHANG e GAO, 2004);
- A granularidade da coleta da medida deve ser tal que possibilite avaliar comportamento do desempenho de um subprocesso (De LUCIA *et al.*, 2003), (KITCHENHAM *et al.*, 2006). O subprocesso deve ser simples e ter duração

relativamente curta (WELLER et al., 2008), (TARHAN e DEMITORS, 2006). Como exemplo, pode-se citar: Coleta da medição de uma medida que está relacionada à execução da atividade que identificou os defeitos nos teste de homologação com o cliente; medida associada à quantidade de horas estimada e realizada na execução da atividade de especificação funcional; e, medida relacionada à execução da atividade de avaliação do escopo do projeto pelo grupo de garantia da qualidade do processo e do produto (GQPP);

- A coleta da medida deve estar associada à data em que foi efetuada a medição, de modo a possibilitar gerar gráficos com informações em ordem cronológica (FLORAC *et al.*, 2000), (KITCHENHAM *et al.*, 2006), (WELLER *et al.*, 2008), (ZHANG e SHETH, 2006), (ZHANG e GAO, 2004);

- O conjunto de características definido para a entidade mensurável que está associada à medida deve apoiar a recuperação de valores de medição de forma homogênea, isto é, relacionadas a entidades mensuráveis com as mesmas características (FLORAC *et al.*, 2000), (KITCHENHAM *et al.*, 2007), (BOFFOLI, 2006), (KAUR *et al.*, 2009), (ZHU *et al.*, 2009), (SARGUT e DEMIRORS, 2006), possibilitando agrupar dados de projetos similares (BARCELLOS, 2009). Os dados devem ser coletados caracterizados e classificados sob as mesmas situações de causas (CAIVANO, 2005). Caracterizando o software e a entidade mensurável como, por exemplo, por: tamanhos, métodos de testes distintos, paradigmas de desenvolvimento diferentes, linguagens de programação, entre outros.

- A coleta da medida caso pertinente, deve estar associada ao tamanho do software que está sendo medido (KITCHENHAM *et al.*, 2007), (KITCHENHAM *et al.*, 2006), (SARGUT e DEMIRORS, 2006), (TARHAN e DEMITORS, 2006);

- Deve existir uma quantidade de coletas tal que ao gerar os gráficos de controle estatístico, permita avaliar a estabilidade e capacidade de um subprocesso (KITCHENHAM *et al.*, 2006);

- Uma medida deve atender a pelo menos um objetivo estratégico da organização. (WENJIE et al., 2008), (FLORAC *et al.*, 2000), (KITCHENHAM *et al.*, 2007), (TARHAN e DEMITORS, 2006). Isto faz com que os custos necessários à medição sejam aceitos pela organização.

2.6 Ontologia de medição

Segundo FOURO (2002) uma ontologia pode ser definida como uma teoria sobre um domínio que especifica um vocabulário de entidades, classes, propriedades, predicados e funções; e um conjunto de relações que necessariamente interliga esse vocabulário.

A Ontologia de Medição de Software apresentada por BARCELLOS (2009) tem como objetivo representar o conhecimento relevante a medição de software e prover um vocabulário consistente relativo a esse domínio tanto à medição tradicional quanto em alta maturidade. Para abranger o escopo necessário ao alcance desse objetivo, a Ontologia de Medição de Software foi dividida em sete subontologias. A Figura 2.1 tem como objetivo apresentar as subontologias que compõem a Ontologia de Medição de Software e os relacionamentos entre elas. No Anexo III é apresentado detalhadamente cada um dos sete modelos que compõem a ontologia de medição de software.

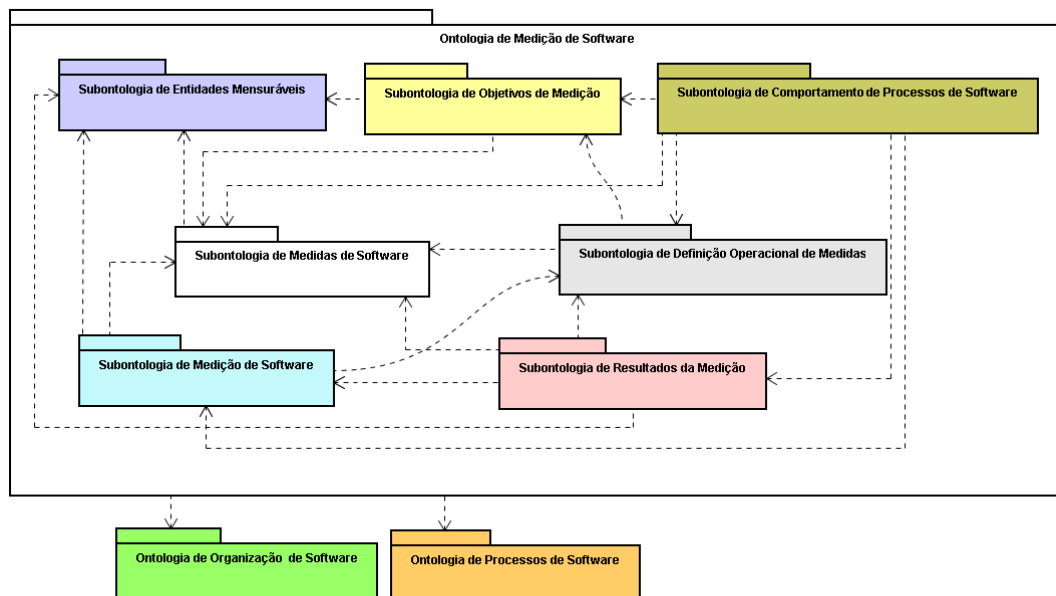


Figura 2.1 – Ontologia de Medição de Software: subontologias e ontologias integradas (BARCELLOS, 2009).

Segundo BARCELLOS (2009) o trabalho realizado em sua tese no sentido de definir uma estratégia para apoiar a medição em organizações de software que desejam realizar o controle estatístico de processos pode ser considerado um trabalho inicial do qual outros serão derivados. Foi considerada, então, a perspectiva de trabalho futuro utilizando a Ontologia de Medição de Software como apoio para a definição de um

modelo de dados e a construção de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software.

2.7 Processo de transformação de um modelo conceitual para um modelo lógico de banco de dados

Segundo FOURO (2002) uma ontologia de domínio pode ser utilizada no processo de transformação de um modelo conceitual para um modelo lógico de banco de dados. FOURO (2002) define um procedimento composto por dez passos para a geração do modelo conceitual de uma base de dados a partir dos conceitos de ontologia.

1. Identificação dos objetos: Utiliza-se o conteúdo da ontologia para identificar, visualizar e entender os objetos que serão traduzidos para as entidades que comporão o modelo de entidade e relacionamento (MER).
2. Dicionarização dos Objetos Identificados: Define-se claramente cada um dos objetos modelados, referenciando-os no dicionário de dados, através da utilização das definições conceituais disponíveis na ontologia, acrescentando as informações estruturais importantes no contexto do MER.
3. Modelagem dos Atributos dos Objetos: Identificam-se as características próprias, traduzindo-as para os atributos dos objetos, utilizando o conhecimento disponível na ontologia na forma de dicionário de conceitos e dicionário das propriedades dos conceitos para obter o entendimento dos atributos identificados.
4. Dicionarização dos Atributos dos Objetos: Caracterizam-se os atributos dos objetos identificados, com base nas informações disponíveis na ontologia na forma de dicionário das propriedades dos conceitos e axiomas correspondentes a domínios de valores, acrescentando as informações estruturais importantes na composição do MER.
5. Modelagem das Estruturas de Generalização: Identificam-se as propriedades dos objetos que caracterizam a existência de estruturas de Generalização, utilizando as árvores conceituais, o dicionário de conceitos e os axiomas disponíveis na ontologia.

6. Modelagem dos Relacionamentos entre os Objetos: Consiste em identificar, visualizar e entender os relacionamentos existentes entre os objetos, utilizando as relações disponíveis nas árvores conceituais ou expressos através de axiomas disponíveis na ontologia.
7. Modelagem das Estruturas de Agregação: Identifica-se a existência de relacionamento dependente da existência prévia de outro relacionamento, com base nas árvores conceituais, no dicionário de conceitos e nos axiomas disponíveis na ontologia.
8. Dicionarização de Relacionamentos e seus Atributos: Consiste em caracterizar os relacionamentos, utilizando as informações disponíveis na ontologia na forma de dicionário de conceitos e dicionário das propriedades dos conceitos para obter o entendimento dos relacionamentos identificados, acrescentando as informações estruturais importantes para a composição do MER.
9. Representação no Diagrama: Consiste na construção do modelo inicial utilizando o mapeamento dos construtores ontológicos e da modelagem conceitual.
10. Refinamento do Modelo Conceitual: Refina-se o modelo (entidades, relacionamentos, atributos) com base no conteúdo da ontologia.

2.8 Conclusão do capítulo

A revisão da literatura possibilitou o entendimento dos conceitos relacionados à medição de software e repositórios de medidas. Em adição, teve como resultado dois produtos com o objetivo de responder às questões definidas para direcionar a revisão da literatura, uma referente aos requisitos do repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software e outra aos atributos necessários às medidas. Uma tabela contendo a relação de requisitos e atributos por origem da publicação pode ser consultada no Anexo IV. No próximo capítulo são apresentados os requisitos necessários para a definição de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software e um conjunto de informações relacionadas à definição de medidas de software.

CAPÍTULO 3 – REQUISITOS DE UM REPOSITÓRIO DE MEDIDAS ADEQUADO AO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE SOFTWARE

Este capítulo apresenta os requisitos necessários para a implementação do repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software com base na revisão da literatura apresentada no capítulo 2.

3.1 Introdução

No capítulo anterior, foi apresentado como a medição é descrita nas normas internacionais (ISO/IEC 15939:2001 (ISO/IEC, 2001); ISO 15504-2: 2003 (ISO/IEC, 2003); IEEE Std 1061-1998 (IEEE, 1998)) e nos modelos de maturidade como CMMI-DEV (CMMI, 2006) e MR-MPS (SOFTEX, 2009), os conceitos sobre repositório de medidas e uma ontologia de medição de software (BARCELLOS, 2009), resultados da revisão da literatura realizada. Em adição, a revisão teve como produto um conjunto de requisitos em resposta às questões definidas para apoiar a construção do protocolo de pesquisa utilizado na revisão da literatura. A este conjunto de requisitos foram incorporados outros requisitos identificados na revisão informal da literatura. A seção 3.2 apresenta o conjunto completo de requisitos identificados na literatura.

Outro resultado importante da revisão da literatura foi um conjunto de atributos necessários às medidas em um repositório adequado ao controle estatístico de processos de software. A seção 3.3 apresenta o conjunto completo identificado.

A partir deste conjunto identificado na literatura e dos requisitos do cliente (requisitos estabelecidos para esta dissertação) foram identificados os requisitos funcionais e não funcionais do repositório de medidas do ambiente de alta maturidade (A2M) descrito na seção 3.4.

3.2 Requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software

Os requisitos necessários a um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software apresentados nesta dissertação tiveram duas origens: a revisão sistemática da literatura e a revisão informal da literatura, conforme descrito a seguir:

3.2.1 Requisitos obtidos no estudo baseado em revisão sistemática

Conforme descrito no Anexo I - Estudo Baseado em Revisão Sistemática, a partir da leitura das publicações selecionadas no segundo filtro em resposta à questão “Q01 – Quais são os principais requisitos para a definição e uso de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software?”, foi identificado um conjunto de requisitos descritos no Anexo I e apresentados a seguir:

REQ-01: Armazenar e permitir a recuperação de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; RUZHI *et al.*, 2006; PICKARD *et al.*, 2001; SARGUT e DEMIRORS, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; WELLER *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2001; ZHANG e SHETH, 2006; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-02: Armazenar e fornecer dados para a elaboração de gráficos de controle estatísticos de processos de software com informações sobre limite de controle superior, central e inferior(FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; WENJIE *et al.*, 2008; CAIVANO, 2005; EICKELMANN e ANANT, 2003; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; PICKARD *et al.*, 2001; KITCHENHAM *et al.*, 2006; WELLER *et al.*, 2008; BOFFOLI, 2006; WELLER, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; ZHANG e SHETH, 2006; BIEHL, 2004; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; WILKIE e HARMER, 2002; HAOHUA *et al.*, 2008; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-03: Fornecer informações sobre as medições para apoiar o cálculo do desempenho dos processos (FLORAC *et al.*, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2007; KITCHENHAM *et al.*, 2006; BOFFOLI, 2006; WELLER, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De

LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; WILKIE e HARMER, 2002).

REQ-04: *Fornecer dados de medição do desempenho dos componentes de processo em ordem cronológica*(FLORAC *et al.*, 2000; WELLER *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2001; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-05: *Armazenar informações de contexto sobre o desempenho dos componentes de processo, com o objetivo de apoiar o entendimento em análises futuras*(FLORAC *et al.*, 2000; RUZHI *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006).

REQ-06: *Armazenar informações de contexto das medições que são consideradas relevantes para que as medições possam ser entendidas posteriormente* (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; WENJIE *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; WELLER *et al.*, 2008; BOFFOLI, 2006; WELLER, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002).

REQ-07: *Armazenar informações de contexto oriundas das análises das medições em forma textual ou a partir de informações parametrizadas* (KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006).

REQ-08: *Possibilitar o armazenamento de informações das medições realizadas durante a execução dos processos para cálculo de linha base referentes ao desempenho dos componentes de processo em um determinado período e armazenar o resultado dos cálculos*(FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-09: *Possibilitar armazenar a data inicial e final de validade de uma linha base calculada a partir das medições realizadas durante a execução dos processos* (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-10: *Possibilitar armazenar dados de medição caracterizados e classificados sob as mesmas características de execução* (FLORAC *et al.*, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2007; BOFFOLI, 2006; KAUR *et al.*, 2009 ZHU *et al.*, 2009; De LUCIA, *et al.*, 2003). As medições devem estar associadas a entidades mensuráveis com as características.

REQ-11: *O repositório de medidas deve possuir mecanismos que assegurem a coerência entre as informações e dados armazenados* (WENJIE *et al.*, 2008; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-12: *Possibilitar armazenar as medidas indiretas e como são usadas em cada fase do ciclo de vida selecionado de um projeto* (WENJIE *et al.*, 2008).

REQ-13: *Possibilitar armazenar informação sobre como as medidas básicas podem ser medidas* (WENJIE *et al.*, 2008).

REQ-14: *Possibilitar armazenar como as medidas derivadas podem ser calculadas a partir de outras medidas básicas e/ou derivadas* (WENJIE *et al.*, 2008).

REQ-15: *Possibilitar armazenar informações que permitam avaliar se os objetivos organizacionais esperados foram alcançados* (FLORAC *et al.*, 2000; WENJIE *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2007).

REQ-16: *Possibilitar armazenar o momento em que a medida básica ou medida derivada é medida em cada fase do ciclo de vida selecionado para o projeto identificando qual o subprocesso associado à medida* (FLORAC *et al.*, 2000; WENJIE *et al.*, 2008; PICKARD *et al.*, 2001; KITCHENHAM *et al.*, 2001; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; ZHU *et al.*, 2009; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; ZHANG e GAO, 2004; KITCHENHAM *et al.*, 2006; ; SARGUT e DEMIRORS, 2006; HAOHUA *et al.*, 2008).

REQ-17: *Possibilitar armazenar as características dos subprocessos de modo que as análises das medições possam ser realizadas a partir de subprocessos com as mesmas características* (CAIVANO, 2005; KITCHENHAM *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2001).

REQ-18: *Possibilitar armazenar a associação entre medidas, objetivos e questões* (FLORAC *et al.*, 2000; EICKELMANN e ANANT, 2003; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002).

REQ-19: *Possibilitar armazenar a associação entre medidas e objetivos organizacionais* (De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; HAOHUA *et al.*, 2008).

REQ-20: *Possibilita armazenar a hierarquia entre objetivos organizacionais e objetivos de projeto (software)*(EICKELMANN e ANANT, 2003; KITCHENHAM et al., 2006; ZHU et al., 2009; De LUCIA et al., 2002).

REQ-21: *Possibilita armazenar as análises realizadas sobre as medições e sobre o comportamento dos processos* (KITCHENHAM et al., 2007; RUZHI et al., 2006; KITCHENHAM et al., 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006; HAOHUA et al., 2008).

REQ-22: *Possibilita armazenar informações detalhadas do procedimento de medição indicando como as medições são feitas e como os resultados são apresentados se o procedimento de coleta for seguido*(WENJIE et al., 2008; CAIVANO, 2005; KITCHENHAM et al., 2007; RUZHI et al., 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA et al., 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-23: *Possibilita armazenar informações detalhadas do procedimento de análise das medições* (RUZHI et al., 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006; HAOHUA et al., 2008).

REQ-24: *Possibilita armazenar a associação entre as medidas e os diferentes perfis de responsabilidades necessários para organizar a coleta de dados e analisar a eficiência do processo* (RUZHI et al., 2006; PICKARD et al., 2001).

REQ-25: *Possibilita armazenar as descrições das medidas e seus atributos* (FLORAC et al., 2000; CAIVANO, 2005; RUZHI et al., 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-26: *Possibilita armazenar informações sobre a frequência na qual os dados são obtidos* (RUZHI et al., 2006 De LUCIA et al., 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, et al., 2003).

REQ-27: *Possibilita armazenar informações sobre o relacionamento ou dependência ou as condições que influenciam os processos* (PICKARD et al., 2001; KAUR et al., 2009; ZHU et al., 2009; WILKIE e HARMER, 2002; De LUCIA, et al., 2003).

REQ-28: *Possibilita armazenar informações sobre o relacionamento ou dependência ou as condições que influenciam as medidas* (PICKARD et al., 2001;

KITCHENHAM *et al.*, 2006; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; HAOHUA *et al.*, 2008).

REQ-29: *Possibilitar, quando a medida for referente a defeito, armazenar informações que identifique o subprocesso de origem do defeito com o objetivo promover a melhoria dos processos* (PICKARD *et al.*, 2001; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

REQ-30: *Possibilitar armazenar as medições de modo que tenham granularidade que permita avaliar o comportamento e o desempenho de uma única atividade* (KITCHENHAM *et al.*, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

REQ-31: *Possibilitar armazenar informações sobre a execução de subprocessos simples e duração relativamente curta* (WELLER *et al.*, 2008; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-32: *Os dados referentes à medição do comportamento dos processos quando armazenados centralizadamente facilitam sua recuperação*(KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; BOFFOLI, 2006).

REQ-33: *Possibilitar armazenar informações sobre as medições permitindo que ações corretivas possam ser tomadas ao longo da execução do processo e não somente quando o processo estiver concluído* (PICKARD *et al.*, 2001; ZHU *et al.*, 2009; De LUCIA *et al.*, 2002).

REQ-34: *Possibilitar a integração do repositório de medidas com outras ferramentas utilizadas pela organização, permitindo o armazenamento de dados de medição no repositório de medidas de forma automática e frequente, diminuindo a possibilidade de perda de dados e aumentando a confiabilidade pela redução de interferência humana*(De LUCIA, *et al.*, 2003).

3.2.2 Requisitos obtidos na revisão informal da literatura

Como resultados da revisão da literatura realizada para esta dissertação, além da revisão sistemática descrita no Anexo I, outras fontes identificadas a partir da revisão informal da literatura foram utilizadas. Esta revisão informal teve como objetivo buscar por dissertações de mestrado e teses de doutorado que respondessem à questão “Q01 – Quais são os principais requisitos para a definição e uso de um repositório de medidas

adequado ao controle estatístico de processos de software?” resultando na lista de requisitos apresentada a seguir:

REQ-01A: Permitir o armazenamento e recuperação de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software (BARCELLOS, 2009; ROMEU, 2008).

REQ-02A: Possibilitar extrair dados de medição adequados a análise do desempenho dos processos(BARCELLOS, 2009; ROMEU, 2008).

REQ-03A:o repositório de medidas deve possibilitar a associação entre medida, medição e entidade mensurável(BARCELLOS, 2009).

REQ-04A: O repositório de medidas deve ser capaz de disponibilizar informações para os cálculos de linha base de desempenho de processo e informação de contexto de linha base de desempenho de processo(BARCELLOS, 2009; ROMEU, 2008).

REQ-05A: A granularidade dos dados coletados e armazenados no repositório deve ser adequada ao controle estatístico de processos de software(BARCELLOS, 2009).

REQ-06A: As medições armazenadas no repositório devem ser caracterizadas de forma homogênea(BARCELLOS, 2009).

REQ-07A: O repositório de medidas deve possibilitar armazenar as análises realizadas sobre as medições e sobre o comportamento dos processos(BARCELLOS, 2009).

REQ-08A: O repositório de medidas deve ser capaz de disponibilizar informações para apoiar a avaliação do atendimento aos objetivos organizacionais (BARCELLOS, 2009; ROMEU, 2008).

REQ-09A: O repositório de medidas deve suportar o armazenamento de informação de contexto da medição para auxiliar sua compreensão futura (BARCELLOS, 2009; ROMEU, 2008).

As dissertações de ARAUJO (2008) e ESTOLANO (2005) não contribuíram com requisitos necessários a um repositório de medidas adequado ao controle estatístico

de processos de software por não terem como objetivo os níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009c).

3.3 Atributos das medidas

A partir da leitura das publicações que foram selecionadas no segundo filtro em resposta à questão “Q02 – Quais são os principais atributos que definem uma medida?”, foi possível identificar um conjunto de atributos relacionados à medida conforme apresentado a seguir:

ATR-01: Uma medida possui um contexto para a qual foi feita a coleta de valores medidos. Contexto tem o mesmo significado de alcance ou abrangência da medida, como por exemplo: organizacional; todos os projetos; somente uma classe de projeto; relativo a uma área de processo (FLORAC *et al.*, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; TARHAN e DEMITORS, 2006).

ATR-02: Uma medida é classificada segundo seu tipo, podendo ser medida básica ou medida derivada(WENJIE *et al.*, 2008).

ATR-03: Uma unidade de medida é atribuída ao valor coletado para uma medida como, por exemplo: horas, pontos de função, horas por ponto de função, pontos de função por dia, quantidade de defeitos e quantidade de linhas de código (De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

ATR-04: O valor de uma medida é classificado segundo o tipo de dados referente ao valor medido, como por exemplo: numérico, natural, decimal (TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

ATR-05: Uma medida possui uma fórmula de cálculo(FLORAC *et al.*, 2000; WENJIE *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2007; SARGUT e DEMIRORS, 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006) que descreve como uma medida pode ser calculada a partir de outra(s) medida(s), como por exemplo: a medida derivada densidade de defeitos graves de testes de produto pode ser obtida a partir da relação entre a medida básica, quantidade de defeitos graves encontrados nos testes do produto e a medida básica tamanho do produto expresso em pontos de função.

ATR-06: Uma escala de medida é atribuída a uma medida. Escala é o conjunto ordenado de valores, contínuo ou discreto, ou conjunto de categorias às quais os

atributos são mapeados podendo ser, por exemplo: escala qualitativa ou escala quantitativa (TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; ISO/IEC 15939, 2001).

ATR-07: Uma medida está associada a um tipo de escala referente ao valor da medida (TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003). O tipo da escala depende da natureza da relação entre os valores da escala. A norma ISO/IEC 15939 (2001) cita quatro tipos de escala: nominal, ordinal, intervalar e racional.

3.4 Requisitos do repositório de medidas do ambiente de alta maturidade - A2M

O ambiente A2M (Ambiente de Alta Maturidade) está sendo desenvolvido pela COPPE com o objetivo de apoiar organizações de software na implantação do controle estatístico e na melhoria contínua de processos, as quais são características da alta maturidade em desenvolvimento e manutenção de software. Um componente essencial do ambiente A2M é o repositório de medidas.

Com objetivo de atender a este ambiente foram identificados os seguintes requisitos do cliente:

RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.

RC-02: O repositório de medidas deve permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas como, por exemplo, laudos, *checklists*, ferramentas de registro de horas e de registros de defeitos.

RC-03: O repositório de medidas deve possibilitar a extração de dados das medições para apoiar a elaboração de gráficos de controle estatístico processos de software usados nas análises do comportamento dos processos. Em adição, deve possibilitar o armazenamento dos resultados das análises do comportamento dos processos.

O repositório de medidas definido para o ambiente A2M deve possibilitar que organizações de alta maturidade armazenem e extraiam dados de medição para apoiar

além do monitoramento dos projetos e da organização, a análise do comportamento dos seus processos de software. Esta análise do comportamento deve considerar subprocessos simples, com duração relativamente curta e os dados de medição devem ser armazenados de forma homogênea, isto é, coletados sob as mesmas condições e referentes à execução de subprocessos similares, caracterizados com as mesmas situações de causas.

A granularidade da medição está diretamente relacionada à granularidade da entidade mensurável. Medir o processo como um todo ou medir um conjunto de elementos e entidades mensuráveis não homogêneos, torna a granularidade da medição muito abrangente, não possibilitando a avaliação de uma entidade mensurável específica e dificultando a identificação de pontos de melhoria. Outros motivos que afetam a granularidade dos dados são: agrupamento de dados de projetos não similares e coleta de uma mesma medida em momentos diferentes da execução dos processos nos projetos (BARCELLOS, 2009; KITCHENHAM *et al.*, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

BARCELLOS (2009) comenta que uma Entidade Mensurável pode ser caracterizada pela medição de elementos mensuráveis utilizados para caracterizar entidades do seu tipo, podendo uma entidade mensurável, no contexto de medições de software, ser, dentre outros, uma Organização, uma Unidade Organizacional, um Recurso Humano, um Projeto, um Processo de Software Padrão, uma Ocorrência de Processo de Software, uma Ocorrência de Atividade, um Artefato ou um Recurso. No contexto desta dissertação, um componente de processo é também caracterizada como uma entidade mensurável.

Segundo o exposto acima, percebe-se claramente o relacionamento entre a entidade mensurável, o elemento mensurável, a medida e a medição realizada para medir o comportamento de subprocessos. O repositório de medidas deve, portanto, ser implementado considerando esta associação.

3.4.1 Requisitos funcionais

Os requisitos do cliente identificados para o repositório de medidas do ambiente A2M e os requisitos identificados pela revisão da literatura foram refinados em requisitos funcionais do repositório de medidas apresentados a seguir:

RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo.

Este requisito funcional considera a necessidade de explicitar o relacionamento entre as estruturas de dados necessárias à definição do repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software. O relacionamento entre objetivos de negócio, medidas, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo é condição necessária para a alta maturidade, análise de desempenho de processo e geração de gráficos de controle. Informações relacionadas aos relacionamentos são armazenadas para compor a extração de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software e à elaboração de gráficos de controle utilizados para apoiar a avaliações do comportamento dos processos.

Com este requisito funcional atende-se aos requisitos do cliente RC-01 e RC-03 e ao requisito REQ-01 obtido através da revisão da literatura.

RF-02: Permitir armazenar e relacionar objetivos de negócio, objetivos de software e questões com as medidas associadas.

Este requisito funcional contempla a necessidade de explicitar uma estrutura de dados que possibilite armazenar objetivos organizacionais e seu relacionamento com as medidas definidas para monitorar seu alcance, englobando o armazenamento da definição dos objetivos de negócio, objetivos de projeto e questões com suas respectivas associações.

Com este requisito funcional atende-se ao requisito do cliente RC-01 e aos requisitos: REQ-15, REQ-18, REQ-19 e REQ-20 obtidos através da revisão da literatura.

RF-03: Permitir armazenar a definição operacional de uma medida, com informações necessárias à alta maturidade.

Este requisito funcional contempla a necessidade de definir uma estrutura de dados que possibilite armazenar a definição operacional das medidas estabelecidas para a organização/unidade organizacional.

Este requisito funcional considera o armazenamento das seguintes informações referentes à definição operacional de uma medida: (i) identificação e nome da medida; (ii) definição da medida; (iii) unidade de medida; (iv) tipo de dado referente ao valor medido para a medida; (v) escala de medida, podendo ser escala qualitativa ou escala

quantitativa; (vi) tipo de escala, podendo ser nominal, ordinal, intervalar ou racional; (vii) descrição de como realizar a medição da medida; (viii) local de armazenamento; (ix) método de armazenamentoda medida (relatório, ferramenta, arquivo, banco de dados, planilhas); (x) valores ou faixa de valores esperados para o valor coletado; (xi) definição de mecanismos para assegurar a coerência das informações;(xii) frequência que os dados de medição são obtidos; (xiii) local onde obter o valor da medida (por exemplo: laudo, *checklist*, registro de horas);(xiv) informação de como uma medida básica é usada em cada fase do ciclo de vida estabelecido para o projeto; (xv) indicação de como uma medida derivada pode ser calculada a partir de outras medidas, isto é, qual é a fórmula de cálculo de uma medida derivada a partir de outra medida básica e/ou derivada; (xvi) procedimento de análise das medições, incluindo os métodos para representar e analisar os dados coletados e as ferramentas analíticas utilizadas; (xvii) perfil do responsável pela análise das medidas; (xviii) perfil do responsável pela coleta de dados; (xix) relacionamento, dependência ou condições que influenciam as medidas; (xx) tipo de medida, podendo ser medida básica ou medida derivada.

Com o requisito funcional RF-03 atende-se ao requisito do cliente RC-01 e aos requisitos: REQ-11, REQ-12, REQ-13, REQ-14, REQ-22, REQ-23, REQ-24, REQ-25, REQ-26 e REQ-28. Em complemento,este requisito funcional contempla os atributos: ATR-01, ATR-02, ATR-03, ATR-04, ATR-05, ATR-06 e ATR-07, obtidos através da revisão da literatura.

RF-04: Permitir armazenar as medições, com as informações necessárias à alta maturidade.

Este requisito funcional considera o armazenamento do seguinte conjunto de informações referentes à *medição de uma medida*: (i) identificação da unidade organizacional para a qual a medição foi realizada; (ii) identificação do projeto para a qual a medição foi realizada; (iii) identificação da entidade mensurável que está sendo medida; (iv) identificação da medida à qual se refere a medição;(v) datada medição; (vi) identificação de sequência da medição, possibilitando que uma medição complementar possa ser feita para a mesma situação,permitindo que sejam tomadasações corretivas ao longo da execução da entidade mensurável e não somente quando esta estiver concluída; (vii) informações de contexto consideradas relevantes para que as medições possam ser

entendidas posteriormente, podendo ser na forma de texto ou parametrizadas; (viii) valor coletado.

Com este requisito funcional atende-se ao requisito do cliente RC-01 e os requisitos: REQ-01, REQ-01A, REQ-06, REQ-06A, REQ-07, REQ-09A, REQ-11, REQ-29, REQ-32e REQ-33obtidos através da revisão da literatura.

RF-05: Permitir armazenar as informações que caracterizam uma entidade mensurável.

Este requisito funcional contempla a necessidade de permitir armazenar as entidades mensuráveis definidas para uma organização/unidade organizacional inclusive o relacionamento entre as entidades mensuráveis.

Este requisito funcional contempla também a necessidade de armazenar o conjunto de características associadas à entidade mensurável. Esta caracterização possibilita que os dados de medição sejam armazenados de forma homogênea, isto é, coletados, caracterizados e classificados sob as mesmas condições de execução, condição necessária para a alta maturidade. Tal caracterização é fundamental para estabelecer os critérios de extração dos dados do repositório de medidas referentes ao comportamento de uma determinada situação onde a entidade mensurável foi medida.

Com este requisito funcional atende-se ao requisito do cliente RC-01 e aos requisitos: REQ-17 e REQ-31, obtidos através da revisão da literatura.

RF-06: Permitir armazenar medições de modo que sua granularidade seja tal que possibilite avaliar o comportamento e o desempenho de uma única entidade mensurável.

Entidades mensuráveis abrangentes, como por exemplo, o processo como um todo ou um conjunto de entidades mensuráveis não homogêneo, acarretam granularidade de medição também abrangentes, isto é, medições cujos valores agregam entidades mensuráveis não homogêneas. O relacionamento entre medida, medição e entidade mensurável de baixa granularidade possibilita que as medições tenham granularidade tal que permitam avaliar o comportamento de uma única entidade mensurável, caracterizada e classificada sob as mesmas condições de execução. Este relacionamento indica que uma medida está associada ao momento em que sua medição

é realizada. Tal relacionamento é fundamental para análise de desempenho de processo e geração de gráficos de controle.

Com este requisito funcional atende-se ao requisito do cliente RC-01 e aos requisitos: REQ-03A, REQ-05A, REQ-10,REQ-16e REQ-30 obtidos através da revisão da literatura.

RF-07: Possibilitar a extração de dados de medição.

Este requisito funcional contempla a necessidade de extração dos dados de medição do repositório de medidas para várias finalidades, como por exemplo, análise de desempenho de processo, monitoramento de projeto e da organização. A extração de dados deve considerar os critérios de caracterização estabelecidos para a entidade mensurável e para o projeto, além do período desejado para recuperação das medições realizadas. A extração é dificultada quando os dados estão armazenados em diversos locais.

Com este requisito funcional atende-se ao requisito do cliente RC-03 e aos requisitos REQ-02, AREQ-02A,REQ-03, REQ-04, REQ-04A,REQ-08e REQ-15 obtidos através da revisão da literatura.

RF-08: Permitir armazenar resultados de análise de desempenho de processos.

A análise de desempenho de processos de software requer que um conjunto de atividades seja executado nesta sequência: (i) extração de dados de medição; (ii) análise do comportamento dos processos, isto é, análise do comportamento da entidade mensurável; (iii) registro da análise de desempenho realizada, da linha base e respectivos limites de controle; (iv) registro das medições que foram consideradas na definição da linha base de desempenho de processo.

Este requisito funcional contempla a necessidade de definir uma estrutura de dados que possibilite armazenar as seguintes informações relacionadas à análise de desempenho de processos e a linha base definida: (i) identificação da medida; (ii) entidade mensurável; (iii) unidade organizacional; (iv) identificação da linha base; (v) limite de controle base; (vi) limite de controle superior; (vii) limite de controle inferior; (viii) data de início de definição da linha base, representa a data inicial das medições que foram válidas para a definição da linha base; (viii) data de final de definição da linha base, representação da data final das medições que foram válidas para a definição

da linha base; descrição do contexto para a qual a linha base foi definida. Inclui também a necessidade de indicar qual o conjunto de medições foi considerado para a definição da linha base.

A extração dos dados das medições, primeira das quatro atividades citada anteriormente, deve contemplar além das medições conforme a caracterização desejada, as informações que compõem as linhas base de desempenho de processo definidas, caso existam, compatíveis com as condições estabelecidas para a extração. Esta extração de dados é utilizada para a elaboração de gráficos de controle, que podem representar ao mesmo tempo mais de uma linha base, indicando que os limites apresentados (central, inferior e superior) foram recalculados ao longo de intervalos de tempo.

Com este requisito funcional atende-se ao requisito do cliente RC-03 e aos requisitos: REQ-05, REQ-07A, REQ-08, REQ-09,REQ-21 e REQ-27 obtidos através da revisão da literatura.

RF-09: Permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas.

Este requisito funcional contempla a possibilidade de apoiar o armazenamento de informações sobre medição provenientes de outras ferramentas a partir da carga massiva de dados de medição. Para atender a este requisito é necessário que as informações associadas ao conjunto de medições estejam previamente armazenadas no repositório de medidas, como por exemplo, medidas, entidades mensuráveis e projeto, inclusive as informações de parametrização destes.

Com este requisito funcional atende-se aos requisitos do cliente RC-02 e o requisitoREQ-34 obtidos através da revisão da literatura.

3.4.2 Requisitos não funcionais

A seguir éapresentado o requisito não-funcionaldefinido:

- ***RNF-01: O modelo de dados elaborado deve ser compatível com os principais sistemas de gerência de banco de dados***, como por exemplo: Oracle; My SQL e SQL Sever.

3.5 Conclusão do capítulo

A revisão da literatura possibilitou identificar os requisitos necessários para a construção de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software, os atributos para definir uma medida, os requisitos do cliente e os requisitos funcionais e não funcionais necessários ao ambiente de alta maturidade.

Atabela 1.1 do Anexo V desta dissertação apresenta relacionamento entre requisitos e atributos obtidos na revisão da literatura eos requisitos do cliente e requisitos funcionais.

No próximo capítulo é apresentado como foram construídos os modelos de dados a partir dos requisitos funcionais descritos neste capítulo e do modelo ontológico definido para medição de software proposto por BARCELLOS (2009) e apresentado no capítulo 2.

CAPÍTULO 4 – DEFINIÇÃO DO REPOSITÓRIO DE MEDIDAS ADEQUADO AO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO DE SOFTWARE

Neste capítulo é apresentado como foi construído o repositório de medidas do ambiente A2M adequado ao controle estatístico de processo de software, objeto desta dissertação.

4.1 Introdução

Neste capítulo é apresentado como foi construído o repositório de medidas a partir da Ontologia de Medição de Software proposta por BARCELLOS (2009) apresentada no capítulo 2 e dos requisitos funcionais definidos no capítulo 3. O processo de transformação de uma ontologia de domínio em um modelo de entidades e relacionamentos seguiu a proposta de FOURO (2002) que define um processo para esta transformação composto por dez passos.

Este capítulo é dividido em quatro seções, além desta introdução. A segunda descreve o procedimento para transformar a ontologia de domínio de medição de software em um modelo E-R. A terceira descreve o mapeamento dos construtores da ontologia de domínio para os construtores da modelagem conceitual. A quarta seção apresenta a modelagem conceitual, o projeto e a construção do repositório de medidas. A quinta e última seção apresenta a conclusão deste capítulo.

4.2 Procedimento para transformar a ontologia de domínio de medição de software em um modelo E-R

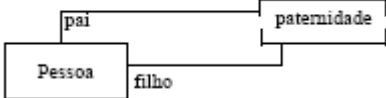
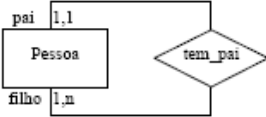
FOURO (2002) mostra em seu trabalho que uma ontologia de domínio pode ser utilizada no processo de transformação de um modelo conceitual para um modelo lógico de banco de dados. O procedimento proposto por FOURO (2002) é composto por dez passos conforme descrito na seção 2.7 desta dissertação. A execução destes passos e os resultados obtidos são apresentados nas seções seguintes.

4.3 Mapeamento dos construtores da ontologia de domínio para os construtores da modelagem conceitual

Segundo FOURO (2002), a Tabela 4.1 apresenta o mapeamento que estabelece as diretrizes de correspondência entre os conceitos dos construtores ontológicos, que representam o conhecimento do domínio, e os construtores do modelo E-R, que descrevem as estruturas dos dados das bases de dados.

Tabela 4.1 - Mapeamento dos construtores da ontologia de domínio para os construtores da modelagem conceitual adaptado de FOURO (2002)

Regra	Construtores ontológicos	Construtores modelo E-R
R1	<p>Objeto (Conceito) simples ou Objeto composto.</p> <p>O construtor fundamental necessário para modelar um domínio é a representação de um objeto. Identificar os objetos (conceitos) em um domínio é um pré-requisito para a elicitação da semântica do domínio. O construtor genérico da modelagem conceitual usada para representar um objeto é uma instância.</p>	<p>Entidade</p> <p>Na abordagem de modelagem E-R, uma instância é representada como uma entidade, que descreve conceitos do mundo real. Uma entidade é um objeto do domínio que pode ser identificada distintamente e deve ser utilizada somente para representar objetos.</p>
R2	<p>Propriedade intrínseca</p> <p>Todo objeto do mundo real possui propriedades. Cada propriedade pode ser intrínseca a um objeto e é representada por atributos, que constituem a percepção das propriedades pelas pessoas.</p>	<p>Atributo de uma entidade</p> <p>Cada propriedade pode ser intrínseca a um objeto e é representada por atributos, que constituem a percepção das propriedades pelas pessoas.</p>
R3	<p>Propriedade mútua ou relacional</p> <p>No modelo ontológico, objetos podem ser ligados somente por propriedades mútuas ou relacionais, isso é, propriedades que dependem de dois ou mais objetos (usualmente refletindo interações) e não por outros objetos.</p>	<p>Relacionamento binário ou n-ário</p> <p>Similarmente, no DER os conceitos são equivalentes às entidades que participam do relacionamento, que por sua vez é equivalente à relação com as mesmas cardinalidades, que são usadas para mostrar quantas instâncias de um conceito podem participar da relação.</p>
R4	<p>Composição / Relação todo-parte</p> <p>Composição é um conceito ontológico fundamental que estabelece a noção de que um objeto existe a partir da composição de outros objetos; isto é, tem partes. Cada um desses objetos, por sua vez, é um componente ou parte do objeto composto.</p>	<p>Relacionamento parte-de</p> <p>Não existe no DER uma estrutura que corresponda diretamente à estrutura todoparte. Desta forma, o mapeamento é feito de forma que cada uma das partes esteja relacionada com o todo através de relacionamentos binários.</p>

Regra	Construtores ontológicos	Construtores modelo E-R
R5	<p>Generalização / Especialização (relação entre conceitos)</p> <p>Especialização é o processo de formação de um objeto a partir de outro objeto, pela adição de propriedades ao conjunto de propriedades possuídas pelo objeto final.</p> <p>Generalização é o processo de formação de um objeto a partir de outros objetos, pela identificação de propriedades que são comuns a estes últimos objetos (subtração de propriedades que não são comuns a eles).</p> <p>Existe uma estrutura que corresponde a uma relação subtipo-de / supertipo-de onde a associação ocorre entre conceitos e não entre suas instâncias.</p>	<p>Generalização / Especialização</p> <p>No DER, generalização é um mecanismo de abstração, envolvendo duas ou mais entidades, chamadas respectivamente, entidade genérica e entidades especializadas. Uma entidade genérica pode ter várias entidades especializadas e vice-versa. Além disso, cada ocorrência da entidade especializada possui, além de suas próprias propriedades (atributos, relacionamentos e generalizações / especializações), também as propriedades da ocorrência da entidade genérica correspondente.</p>
R6	<p>Cardinalidade Mínima e Máxima</p> <p>Exprimem cardinalidade mínima e máxima das relações.</p>	<p>Cardinalidade Mínima e Máxima</p> <p>Exprimem cardinalidade mínima e máxima das relações.</p>
R7	<p>Relação Entre Instâncias</p>  <p>Em algumas relações entre instâncias de um mesmo conceito é importante o uso de papéis, cujo principal objetivo é deixar clara a responsabilidade de cada uma das partes envolvidas na relação. A própria interpretação da relação / relacionamento, mostra as instâncias do conceito e ocorrências da entidade assumindo papéis diferentes, conforme seu posicionamento no relacionamento.</p>	<p>Auto-relacionamento</p>  <p>Relacionamento que ocorrer entre instâncias da mesma Entidade.</p>

4.4 Modelagem conceitual e projeto do repositório de medidas

Conforme comentado na seção 2.6 desta dissertação, BARCELLOS (2009) definiu 7 subontologias para o domínio medição de software (Entidades Mensuráveis, Objetivos de Medição, Medidas de Software, Definição Operacional de Medidas, Medição de Software, Resultados da Medição, Comportamento de Processos). Os modelos ontológicos podem ser consultados na seção 1 do Anexo III – Subontologias que compõem a ontologia de medição de software.

A modelagem conceitual é um processo onde a percepção da realidade é refinada e enriquecida progressivamente, e o modelo conceitual é gradualmente desenvolvido. Este procedimento deve ser repetido tantas vezes quantas forem as extensões agregadas ao modelo, seja em sua fase de construção ou em suas manutenções. O principal objetivo da modelagem conceitual é gerar um modelo com ênfase nas propriedades estruturais do dado que é independente dos detalhes de implementação. A seguir é apresentada a execução do procedimento de transformação da ontologia de domínio de medição de software em um modelo E-R iniciando pela identificação das entidades.

4.5 Identificação das entidades

A primeira etapa do processo de transformação da ontologia de domínio de medição de software em um modelo E-R consiste em utilizar o conteúdo da ontologia de medição de software e os requisitos funcionais definidos no capítulo anterior para identificar, visualizar e entender os objetos que serão traduzidas para as entidades que compõem o modelo de entidade e relacionamento (MER). Nesta etapa, são executados os passos: Identificação dos objetos; Dicionarização dos Objetos Identificados; Modelagem das Estruturas de Generalização e Modelagem das Estruturas de Agregação, conforme o procedimento definido por FOURO (2002) apresentado na seção 2.7 desta dissertação. A Tabela 4.2 apresenta o resultado da execução desta atividade.

Tabela 4.2 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir dos construtores da ontologia.

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
1) Subontologia de Entidades Mensuráveis:			
Entidade Mensurável	Entidade ⁶ - EntidadeMensurável	R1	
Processo: Ocorrência de Atividade	Nenhum	R5	Esses conceitos presentes na ontologia representam alguns dos possíveis tipos de entidade mensuráveis. Em um contexto de implementação, os registros da TipoEntidadeMensurável devem ser equivalentes a essas especializações.
Organização: Projeto		R5	
Processo: Ocorrência de Processo de Software		R5	
Processo: Processo de Software Padrão		R5	
Organização: Unidade Organizacional		R5	
Organização: Organização		R5	
Organização: ⁷ Recurso Humano	Nenhum	Nenhuma	Estes tipos de objetos não serão tratados neste trabalho.
Processo: Artefato			
Processo: Recurso			
Tipo Entidade Mensurável	Entidade - TipoEntidadeMensuravel	R1	
Elemento Mensurável	Entidade - ElementoMensuravel	R1	
Elemento Indiretamente Mensurável	Atributo - TipoElementoMensuravel	R2	Sendo representação de tipos que um elemento mensurável pode assumir, e sendo esta especialização dita completa na ontologia, esses conceitos podem ser representados em uma única entidade relacionada à entidade ElementoMensuravel.
Elemento Diretamente Mensurável			

⁶Este tipo de anotação indica uma entidade no modelo E-R.

⁷Este tipo de notação indica que o conceito pertence à outra ontologia/subontologia.

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
2) Subontologia de Objetivos de Medição:			
Organização: Objetivo	Entidade – Objetivo	R1	
Objetivo Estratégico	Entidade - ObjetivoEstrategico	R1	
Objetivo de Software	Entidade - ObjetivoSoftware	R1	
Objetivo de Medição	Entidade - ObjetivoMedicao	R1	
Objetivo de Monitoramento e Controle de Projetos	Entidade - TipoObjetivoMedicao	Nenhuma	Sendo representação de tipos que um objetivo de medição pode assumir. Esses conceitos podem ser representados em uma única entidade relacionada à entidade ObjetivoMedicao.
Objetivo de Medição de Qualidade			
Objetivo de Medição de Desempenho			
Necessidade de informação	Entidade - Necessidade de Informação	R1	

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
3) Subontologia de Medidas de Software:			
Medida	Entidade – Medida	R1	
Escala	Entidade – Escala	R1	
Valor Escala	Atributo ValorEscala da entidade Escala	R2	
Escala Qualitativa	Atributo NaturezaEscala da entidade Escala	R2	
Escala Quantitativa			
Tipo Escala	Entidade – TipoEscala	R1	
Escala Nominal	Nenhum	Nenhuma	Sendo representação de tipos de uma escala e já havendo uma entidade TipoEscala, em um contexto de implementação, os registros da tabela NaturezaEscala devem ser equivalentes a essas especializações (Nominal, Ordinal, Intervalar, Absoluta e Taxa).
Escala Ordinal			
Escala Intervalar			
Escala Absoluta			
Escala Taxa			
Unidade de Medida	Entidade - Unidade de Medida	R1	

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
Processo: Procedimento	Nenhum	Nenhuma	O objeto não tem representação no modelo E-R e sim cada um dos tipos de procedimentos. Como por exemplo: Procedimento de Análise de Medição e Procedimento de Medição.
Procedimento de Análise de Medição	Entidade - ProcedimentoAnaliseMedicao	R1	
Procedimento de Medição	Entidade - ProcedimentoMedicao	R1	
Medida Qualitativa	Atributo NaturezaMedida da entidade Medida	R2	O atributo NaturezaMedida só pode assumir dois valores: Medida Quantitativa ou Medida Qualitativa.
Medida Quantitativa			
Medida Base	Atributo TipoMedida da entidade Medida	R2	Sendo representação de tipos que uma medida pode assumir, e sendo esta especialização dita completa na ontologia, esses conceitos podem ser representados em uma única entidade relacionada à entidade Medida.
Medida Derivada			
Fórmula de Cálculo de Medida	Entidade - FormulaCalculoMedida	R1	
Fórmula de Cálculo	Nenhum	Nenhuma	O conceito de Fórmula de Cálculo é utilizado na ontologia como generalização para alguns tipos de fórmula e é desnecessário ao modelo E-R proposto.

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
4) Subontologia de Definição Operacional de Medidas:			
Modelo Preditivo	Entidade - Modelo Preditivo	R1	
Definição Operacional de Medida	Entidade - DefiniçãoOperacionalMedida	R1	
Periodicidade	Entidade - Periodicidade	R1	
Processo: Tipo de Atividade	Nenhum	Nenhum	Representado no modelo como sendo um tipo de entidade mensurável, associado à entidade EntidadeMensuravel.
Organização: Papel Recurso Humano	Entidade - PerfilRecursoHumano	R1	

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
5) Subontologia de Medição de Software:			
Resultado de Medição	Atributo ResultadoMedicao da entidade – Medicao		Uma medição possui um e somente um resultado de medição e um resultado de medição é referente a uma e somente uma medição.
Contexto de Medição	Entidade - ContextoMedicao	R1	
Medição	Entidade – Medição	R1	
Organização: Equipe	Nenhum	Nenhuma	O conceito aparece na ontologia, pois existem outros existencialmente dependentes dele. Para o modelo E-R não é necessário.
Organização: Alocação Equipe	Nenhum	Nenhuma	O conceito aparece na ontologia, pois existem outros existencialmente dependentes dele. Para o modelo E-R não é necessário.
UFO: Intervalo de Tempo	Atributo DataMedicao da entidade Medicao	R2	Sendo a representação do momento em que a medição ocorre, é representado por um atributo da entidade Medicao.

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
6) Subontologia de Resultados da Medição:			
Processo: Método	Nenhuma	Nenhuma	O conceito não tem representação no modelo E-R, pois na ontologia é utilizado apenas para generalizar/especializar outros conceitos.
Método Analítico	Nenhuma	Nenhuma	
Método de Controle Estatístico	Nenhuma	Nenhuma	Representado como um tipo de modelo de desempenho de processo
Procedimento de Análise de Medição Baseado em Critérios	Nenhum	Nenhuma	Os tipos de procedimento de análise não serão tratados neste trabalho.
Critério de Decisão			
Premissa			
Conclusão			
Resultado de Análise de Medição	Atributo ResultadoAnaliseMedicao da entidade AnaliseMedicao	R2	Uma análise de medição possui um e somente um resultado de análise de medição.
Análise de Medição	Entidade - AnaliseMedicao	R1	
Resultado Medição	Atributo ResultadoMedicao da entidade Medicao	R2	Propriedade intrínseca ao objeto Medição e representado por um atributo. Uma medição possui um e somente um resultado de medição.
UFO: Intervalo de Tempo	Atributos DataAnaliseMedicao, DataInicialAnaliseMedicao, DataFinalAnaliseMedicao da entidade AnaliseMedicao	R2	Sendo a representação do momento em que a análise de medição ocorre, é representado por atributos da entidade AnaliseMedicao.

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)	Regra Usada	Observação
7) Subontologia de Comportamento de Processo:			
Contexto de <i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	Atributo Contexto <i>Baseline</i> da entidade <i>Baseline</i> DesempenhoProcesso	Nenhuma	Propriedade intrínseca ao objeto <i>Baseline</i> de Desempenho de Processo e representado por um atributo
<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	Entidade - <i>Baseline</i> DesempenhoProcesso	R1	
Desempenho de Processo Especificado	DesempenhoProcessoEspecificado	R1	
Capacidade de Processo	Entidade - CapacidadeProcesso	R1	
Procedimento de Determinação de Capacidade de Processo	Nenhum	Nenhuma	O procedimento de determinação da capacidade de um processo adotado no controle estatístico é o índice de capacidade, então, não é necessário ter uma entidade no modelo E-R.
Processo: Processo de Software Padrão Estável	Atributo ComportamentoEstavel da entidadeComportamentoComponenteProcesso	R2	
Processo: Processo de Software Padrão Capaz	Atributo ComportamentoCapaz da entidadeComportamentoComponenteProcesso	R2	

Em complemento à identificação dos construtores do modelo E-R a partir dos construtores da ontologia, apresentado na tabela 4.3 foram identificados outras construtores do modelo E-R a partir da revisão da literatura conforme apresentado a seguir:

Tabela 4.3 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir da revisão da literatura.

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)
-----------------------------------	---

Construtores ontológicos (Objeto)	Construtores modelo E-R (Entidade/Atributo)
Entidade - FerramentaUtilizada	Esta entidade foi criada para parametrizar as possíveis ferramentas relacionadas a uma medida.
Entidade - LocalArmazenamento	Esta entidade foi criada para parametrizar os possíveis locais de armazenamentos relacionados a uma medida.
Atributo - IntervaloEsperadoDados	Possibilita descrever qual o intervalo de dados esperado para uma medida.
Entidade - MetodoComunicacaoMedida	Entidade que possibilita descrever qual o método de comunicação definido para uma medida.
Entidade - CaracteristicaEntidadeMensuravel	Entidade que possibilita caracterizar Entidades Mensuráveis.
Atributo - MnemonicoMedida	Possibilita identificar univocamente uma medida.
Atributo - DescricaoMedida	Possibilita descrever uma medida.

4.6 Identificação dos relacionamentos

Durante a execução destes passos são identificados os relacionamentos entre pares de entidades, conforme estabelecido no passo “Modelagem dos Relacionamentos entre os Objetos” do procedimento definido por FOURO (2002) e representados na tabela 4.4 a seguir:

Tabela 4.4 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir dos construtores da ontologia - Relacionamentos.

Objeto de origem	Cardi-nalidade	Relacionamento	Cardi-nalidade	Objeto de destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
1) Subontologia de Entidades Mensuráveis:							
Entidade Mensurável	0..*	É instância de	1	TipoEntidadeMensuravel	Possui	R5	

Objeto de origem	Cardinalidade	Relacionamento	Cardinalidade	Objeto de destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Elemento Mensurável	1..*	Caracteriza	1..*	TipoEntidadeMensuravel	Caracteriza	R5	Criada a entidade TipoEntidadeMensuravelElementoMensuravel para decompor o relacionamento (1..*) e (1..*) em (0..*) e (1).
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Recurso Humano	Nenhum	Nenhuma	Estes tipos de objetos não serão tratados neste trabalho.
Entidade Mensurável				Organização: Artefato			
Entidade Mensurável				Organização: Recurso			
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Ocorrência de Atividade	É um tipo de	R5	Esses conceitos presentes na ontologia representam alguns dos possíveis tipos de entidade mensurável. Em um contexto de implementação, os registros da tabela TipoEntidadeMensuravel devem ser equivalentes a essas especializações.
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Projeto	É um tipo de	R5	
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Ocorrência de Processo de Software	É um tipo de	R5	
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Processo de Software Padrão	É um tipo de	R5	
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Unidade Organizacional	É um tipo de	R5	
Entidade Mensurável	Nenhum			Organização: Organização	É um tipo de	R5	

Objeto de origem	Cardinalidade	Relacionamento	Cardinalidade	Objeto de destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Elemento Indiretamente Mensurável	0..*	É medido a partir de	1..*	Elemento Mensurável	Nenhum	Nenhuma	Elemento mensurável possui um tipo de elemento mensurável, podendo ser diretamente ou indiretamente mensurável
Elemento Mensurável		É supertipo de		Elemento Diretamente Mensurável			
Elemento Mensurável		É supertipo de		Elemento Indiretamente Mensurável			

Entidade origem	Cardi- nalidade	Relacionamento	Cardi- nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
2) Subontologia de Objetivos de Medição:							
Organização: Objetivo		É supertipo de		Objetivo Estratégico	Nenhum	Nenhuma	
Organização: Objetivo		É supertipo de		Objetivo de Software	Nenhum	Nenhuma	
Organização: Objetivo		É supertipo de		Objetivo de medição	Nenhum	Nenhuma	
Organização: Objetivo	0..*	Identifica	0..*	Necessidade de Informação	Identifica	R3	
Objetivo de Medição	0..*	Definido com base em	1..*	Objetivo de Software	Definido com base em	R3	
Necessidade de informação	0.*	É quantificado por	0..*	Elemento Mensurável	É quantificado por	R3	Definida a entidade NecessidadeInformacaoElementoMensuravel 1 para decompor o relacionamento muito para muitos.
Medida	0.*	Indica o alcance de	0..*	Organização: Objeto	Indica o alcance de	R3	Definida a entidade ObjetivoEstrategicoSoftwareMedicaoMedid a para decompor o relacionamento muito para muitos.
Medida	0.*	Atende	0..*	Necessidade de Informação	Atende	R3	Definida a entidade de NecessidadeInformacaoMedida para decompor o relacionamento muito para muitos.

Entidade origem	Cardi-nalidade	Relacionamento	Cardi-nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
3) Subontologia de Medidas de Software:							
Medida	1..*	Quantifica	1	Elemento Mensurável	Quantifica	R3	
Medida	1..*	Possui	1	Escala	Possui	R3	
Medida	0..*	Possui	0..1	Unidade Medida	Possui	R3	
Medida	0..*	Relaciona-se com	0..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	
Medida Quantitativa	0..*	Possui	1..*	Escala Quantitativa	Nenhum	Nenhuma	
Medida Qualitativa	0..*	Possui	1..*	Escala Qualitativa	Nenhum	Nenhuma	
Procedimento		É supertipo de		Procedimento de Análise de Medição	Nenhum	Nenhuma	O objeto não tem representação no modelo E-R e sim cada um dos tipos de procedimentos. Como por exemplo: Procedimento de Análise de Medição e Procedimento de Medição
Procedimento		É supertipo de		Procedimento de Medição			
Procedimento de Análise de Medição	0..*	Aplicado a	0..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	Relacionamento através da Entidade – DefinicaoOperacionalMedida
Procedimento de Medição	0..*	Aplicado a	0..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	Relacionamento através da Entidade – DefinicaoOperacionalMedida

Entidade origem	Cardinalidade	Relacionamento	Cardinalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Fórmula de Cálculo de Medida	0..*	Usa	1..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	O conceito de Fórmula de Cálculo é utilizado na ontologia como generalização para alguns tipos de fórmula e é desnecessário ao modelo E-R proposto. É tratado como um atributo da entidade Medida.
Medida Derivada	1	Calculada por	1..*	Fórmula de cálculo de Medida	Nenhum	Nenhuma	Atributos da Entidade Medida
Medida Derivada	0..*	Derivada de	1..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	Sendo representação de tipos que uma medida pode assumir, e sendo esta especialização dita completa na ontologia, esses conceitos podem ser representados em uma única entidade relacionada à entidade Medida.
Escala	0..*	Possui	1	Tipo Escala	Nenhum	Nenhuma	Sendo representação de tipos de uma escala e já havendo uma entidade TipoEscala, em um contexto de implementação, os registros da tabela TipoEscala devem ser equivalentes a essas especializações (Nominal, Ordinal, Intervalar, Absoluta e Taxa).
Medida		Quantifica		Medida Base	Nenhum	Nenhuma	Representado pelo atributo TipoMedida
Medida		Quantifica		Medida Derivada	Nenhum	Nenhuma	Representado pelo atributo TipoMedida

Entidade origem	Cardi- nalidade	Relacionamento	Cardi- nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Medida Base		Quantifica		Elemento Diretamente Mensurável	Nenhum	Nenhuma	
Medida Derivada		Quantifica		Elemento Indiretamente Mensurável	Nenhum	Nenhuma	
Elemento Indiretamente Mensurável	0..*	É medido a partir de	1..*	Elemento Mensurável	Nenhum	Nenhuma	

Entidade origem	Cardi- nalidade	Relacionamento	Cardi- nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
4) Subontologia de Definição Operacional de Medida:							
Definição Operacional Medida	0..*	Atribuída a	0..1	Medida	Indica	R3	Uma medida possui uma definição operacional.
Procedimento de Análise de Medição	0..*	Aplicado a	0..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	Um procedimento de Análise de Medição é relacionado com definição operacional medida
Procedimento de Medição	0..*	Aplicado a	0..*	Medida	Nenhum	Nenhuma	Um procedimento de Medição é relacionado com definição operacional medida
Organização: Organização	1	Estabelece	0..*	Definição Operacional Medida	Nenhum	Nenhuma	Esses conceitos presentes na ontologia representam alguns dos possíveis tipos de entidade mensurável. Representado pelo relacionamento
Definição Operacional Medida	0..*	Indica Momento da análise de medição	0..1	Processo: Tipo de Atividade	Indica Momento da análise de medição	R3	Relacionamento com a Entidade – EntidadeMensuravel do tipo Atividade
Definição Operacional Medida	0..*	Indica Momento da Medição	1	Processo: Tipo de Atividade	Indica Momento Real da medição	R3	Relacionamento com a Entidade – EntidadeMensuravel do tipo Atividade

Entidade origem	Cardinalidade	Relacionamento	Cardinalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Definição Operacional Medida	0..*	Estabelecida de acordo com	1..*	Objetivo de Medição	Estabelecida de acordo com	R3	
Definição Operacional Medida	0..*	Indica	1	Organização: Papel Recurso Humano	É medido por	R3	Entidade PerfilRecursoHumano
Definição Operacional Medida	0..*	Indica	0..1	Organização: Papel Recurso Humano	É analisado por	R3	Entidade PerfilRecursoHumano
Modelo Preditivo	0..*	Considera	2..*	Definição Operacional Medida	Considera	R3	
Modelo Preditivo		É supertipo de		Modelo Preditivo Geral	Nenhum	Nenhuma	
Modelo Preditivo		É supertipo de		Modelo preditivo Calibrado			
Definição Operacional Medida	0..*	Indica	1	Periodicidade	Periodicidade de medição	R3	
Definição Operacional Medida	0..*	Indica	1..0	Periodicidade	Periodicidade de análise	R3	
Fórmula de Cálculo de Medida	1	Caracteriza	0..1	Modelo Preditivo	Nenhum	Nenhuma	
Modelo Preditivo	0..*	Prevê	1	Medida Derivada	Nenhum	Nenhuma	

Entidade origem	Cardinalidade	Relacionamento	Cardinalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Fórmula de Cálculo de Medida	0..*	Usa	1..*	Medida	Usa	R3	
Medida Deriva	1	Calculada por	1..*	Fórmula de Cálculo de Medida	Nenhum	Nenhuma	O conceito de Fórmula de Cálculo é utilizado na ontologia como generalização para alguns tipos de fórmula e é desnecessário ao modelo E-R proposto. É tratado como um atributo da entidade Medida.
Modelo Preditivo Calibrado	0..*	Definido para	1	Organização: Organização	Nenhum	Nenhuma	

Entidade origem	Cardi-nalidade	Relacionamento	Cardi-nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
5) Subontologia de Medição de Software:							
Medição	0..*	Realizado em	1	Processo: Ocorrência de Atividade	Realizada em um momento real de medição	R3	Relacionamento com a entidade EntidadeMensuravel do tipo AtividadeProjeto
Medição	0..*	Adota	1	Procedimento Medição	Nenhum	Nenhuma	Relacionamento com a entidade Definição operacional medida
Medição	0..*	Aplica	1	Medida	É referente a	R3	
Medição	1	Produz	1	Resultado da Medição	Nenhum	Nenhuma	Atributo ContextoMedicao da Entidade Medicao
Medida	1..*	Quantifica	1	Elemento Mensurável	Quantifica	R3	
Medição	0..*	Mede	1	Elemento Mensurável	Mede	R3	

Entidade origem	Cardi- nalidade	Relacionamento	Cardi- nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
6) Subontologia de Resultado de Medição:							
Análise de Medição	0..*	Adota	1	Procedimento de Analise de Medição	Nenhum	Nenhuma	Contemplado através da entidade DefinicaoOperacionalMedida
Análise de Medição	0..*	Caracteriza	1	Entidade Mensurável	Nenhum	Nenhuma	
Análise de Medição	0..*	Realizado em	1	Procedimento de Analise de Medição	Realizado em um momento real da medição	R3	Contemplado através da entidade ElementoMensuravel do Tipo Atividade
Procedimento de Analise de Medição	0..*	Sugere o uso de	0..*	Método Analítico	Nenhum	Nenhuma	
Análise de Medição	0..*	Analisa	1..0	Resultado da Medição	Nenhum	Nenhuma	Como Resultado da Medição é o atributo ResultadoMedicao da entidade Medicao o relacionamento “Analisa” é feito com a entidade Medicao.
Medição	1	Produz	1	Resultado da Medição	Nenhum	Nenhuma	Atributo ContextoMedicao da entidade Medicao
Análise de Medição	0..*	Analisa	1	Medida	É referente a	R3	
Análise de Medição	0..*	Analisa	1..*	Resultado da Medição	Nenhum	R1	Como Resultado da Medição é o atributo ResultadoMedicao da entidade Medicao o relacionamento “Analisa” é feito com a entidade Medicao.
Análise de Medição	0..*	Considera	0..1	Definição Operacional de Medida	Considera	R3	

Entidade origem	Cardi- nalidade	Relacionamento	Cardi- nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Análise de Medição	0..*	Adota	0..*	Método Analítico	Nenhum	Nenhuma	Contemplado através da entidade ProcedimentoAnaliseMedicao
Análise de Medição	1	Produz	1	Resultado Análise Medição	Nenhum	Nenhuma	Atributo da entidade AnaliseMedicao
Análise de Medição	0..*	Atribui	0..1	Conclusão	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Resultado da Análise da Medição	0..*	Baseia-se em	0..1	Conclusão	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Procedimento de Análise da Medição Baseado em Critérios	1	Considera	2..*	Critérios de Decisão	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Definição Operacional de Medida	0..*	Atribuída a	0..*	Medida	Indica	R3	
Organização: Organização	1	Estabelece	0..*	Definição Operacional de Medida	Nenhum	Nenhuma	
Processo: Ocorrência de atividade	0..*	Ocorre em	1	Intervalo de Tempo	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Organização: Alocação de Equipe	0..*	Ocorre em	1	Intervalo de Tempo	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Organização: Equipe	1	Possui	0..*	Organização: Alocação de Equipe	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Organização: Alocação de Equipe	0..*	É para desempenhar	1	Organização: Papel Recurso Humano	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho

Entidade origem	Cardinalidade	Relacionamento	Cardinalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
Organização: Recurso Humano	1	Participa de	0..*	Organização: Alocação de Equipe	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho
Análise Medição	0..*	Realizada por	0..*	Organização: Recurso Humano	Nenhum	Nenhuma	Este tipo de relacionamento não será tratado neste trabalho

Entidade origem	Cardi- nalidade	Relacionamento	Cardi- nalidade	Entidade destino	Construtores modelo E-R	Regra Usada	Obs
7) Subontologia de Comportamento de Processo:							
<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	0..*	É determinado a partir de	20..*	Resultado de Medição	Nenhum	Nenhuma	Contemplada pelo relacionamento com a entidade <i>AnaliseMedicao</i>
<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	1..*	Possui	1	Contexto de <i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	Nenhum	Nenhuma	Contexto <i>Baseline</i> é um atributo da entidade <i>BaselineDesempenhoProcesso</i>
Capacidade de Processo	1	Obtido a partir de	1	<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	Obtido a partir de	R3	
Processo de Software Padrão Estável	1	Possui	1..*	<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	Nenhum	Nenhuma	Atributo da entidade <i>ComportamentoComponenteProcesso</i>
Processo: Recurso Humano	1	Registra	0..*	<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	Registra	R3	Relacionamento com a entidade <i>PerfilRecursoHumano</i>
<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	0..*	Estabelecido para	1	Medida	Estabelecido para	R3	
<i>Baseline</i> de Desempenho de Processo	0..1	Identificada a partir de	1	Análise Medição	Identificada a partir de	R3	

Em complemento à identificação dos construtores do modelo E-R a partir dos construtores da ontologia apresentado na tabela 4.4 foram identificados outras construtores do modelo E-R a partir da revisão da literatura conforme apresentado a seguir:

Tabela 4.5 – Identificação dos construtores do modelo E-R a partir da revisão da literatura - Relacionamentos.

Entidade origem	Cardi-nalidade	Relacionamento	Cardi-nalidade	Entidade destino
Medida	0..*	Utiliza	1	FerramentaUtilizada
Medida	0..*	Tem origem em	1	LocalOrigemMedicao
Medida	0..*	É armazenada em	1	LocalArmazenamento
EntidadeMensuravel	0..*	É caracterizada	0..*	CaracteristicaEntidadeMensuravel

4.7 Dicionarização das entidades e atributos identificados

Para a execução deste passo duas tabelas foram elaboradas. A tabela 4.6 apresenta a descrição de cada uma das entidades modeladas apresentadas da tabela 4.2. Nesta etapa, é executado o passo Dicionarização dos Objetos Identificados, conforme o procedimento definido por FOURO (2002) apresentado na seção 2.7 desta dissertação.

Tabela 4.6 - Descrição das Entidades e atributos.

Objetos	Descrição
AnaliseMedicao	<p>Esta entidade é descrita pelos atributos necessários para analisar valores medidos definidos em Resultados de Medição, adotando um Procedimento de Análise de Medição para chegar a um resultado (Resultado da Análise de Medição) que, de algum modo, caracterize a Entidade Mensurável que foi medida.</p> <p>Esta entidade descrita pelos atributos: AnaliseMedicao;DataAnaliseMedicao;DataInicialAnaliseMedicao; DataFinalAnaliseMedicao; ResultadoAnaliseMedicao.</p>
<i>Baseline</i> DesempenhoProcesso	<p>Esta entidade é descrita pelos atributos definidos para armazenar os resultados alcançados por uma entidade mensurável obtido a partir de valores medidos considerando uma medida específica. O intervalo utilizado como referencial para a análise de desempenho do referido processo é definido por dois limites de <i>baseline</i> de desempenho (Limite Inferior de <i>Baseline</i> de Desempenho e Limite Superior de <i>Baseline</i> de Desempenho), cujos valores fazem parte da Escala da medida em relação à qual a <i>baseline</i> de desempenho é estabelecida. Os atributos são: <i>Baseline</i>DesempenhoProcesso; DataBaselieneDesempenhoProcesso; LimiteInferiorBaselineDesempenhoProcesso; LimiteSuperiorBaselineDesempenhoProcesso e Contexto<i>Baseline</i>DesempenhoProcesso;</p>
CapacidadeProcesso	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo definido para armazenar a capacidade do processo.</p>
ComportamentoComponenteProcesso	<p>Esta entidade é descrita pelos atributosDataInicialComportamentoComponenteProcesso; DataFinalComportamentoComponenteProcesso; ComportamentoEstavel e ComportamentoCapaz.</p>

Objetos	Descrição
ContextoMedicao	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoContextoMedição.</p> <p>A informação de contexto de medição visa descrever os fatores que influenciaram a medição realizada para que a medição possa ser futuramente entendida.</p>
DefiniçãoOperacionalMedida	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo: DefinicaoOperacionalMedida.</p>
DesempenhoProcessoEspecifico	<p>Esta entidade é descrita pelos atributos LimiteInferiorDesempenhoProcessoEspecifico; LimiteSuperiorDesempenhoProcessoEspecifico.</p>
ElementoMensuravel	<p>A entidade Elemento Mensurável é uma propriedade de um tipo de entidade mensurável, por meio da qual entidades mensuráveis desse tipo podem ser caracterizadas.</p> <p>Esta entidade é descrita pelos atributos NomeElementoMensuravel e TipoElementoMensuravel (podendo ser Elemento Diretamente Mensurável ou Elemento Indiretamente Mensurável).</p>
EntidadeMensuravel	<p>A entidade Entidade Mensurável pode ser caracterizada pela medição de elementos mensuráveis utilizados para caracterizar entidades do seu tipo, podendo uma entidade mensurável, no contexto de medições de software, ser, dentre outros, uma Organização, uma Unidade Organizacional, um Recurso Humano, um Projeto, um Processo de Software Padrão, uma Ocorrência de Processo de Software, um Componente de Processo de Software, uma Ocorrência de Atividade, um Artefato ou um Recurso.</p>
Escala	<p>Esta entidade é descrita pelos atributos ValorEscala e NaturezaEscala sendo que este pode assumir os valores Escala Qualitativa e Escala Quantitativa. O atributo ValorEscala pode ser, por exemplos: escala nominal, escala intervalar, escala ordinal, escala absoluta e escala taxa.</p>
FerramentaUtilizada	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo NomeFerramentaUtilizada, utilizado para armazenar a definição dos possíveis métodos de gravação da medida (relatório, ferramenta, arquivo, banco de dados, planilhas).</p>

Objetos	Descrição
FormulaCalculoMedida	Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoFormulaCalculoMedida. Tem por objetivo armazenar a representação da fórmula de cálculo utilizada para calcular uma medida derivada através da quantificação de sua relação com outras medidas (medidas base de cálculo) e/ou outros valores.
LocalArmazenamento	Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoLocalArmazenamento, utilizado para armazenar a informação do local onde é armazenada a medição realizada.
Medicao	Esta entidade é descrita pelos de atributos: DataMedicao e ResultadoMedicao.
Medida	Esta entidade é descrita pelos atributos: MnemonicoMedida; NomeMedida; DefinicaoMedida; TipoMedida; IntervaloEsperadoDados; NaturezaMedida (só pode assumir dois valores: Medida Quantitativa ou Medida Qualitativa).
MetodoComunicacaoDivulgacao	Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoMetodoComunicacaoDivulgacao.
ModeloDesempenhoProcesso	Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoModeloDesempenhoProcesso.
ModeloPreditivo	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoModeloPreditivo.</p> <p>Tem por objetivo armazenar a representação do Modelo Preditivo utilizado para prever o valor de uma medida derivada por meio da quantificação das relações dessa medida com outras. São dois os tipos de modelo preditivo: geral e calibrado. Um Modelo Preditivo Geral é um modelo preditivo cuja quantificação das relações da medida prevista com outras medidas é estabelecida considerando-se resultados de experiências envolvendo dados coletados para medidas em diversas organizações. Um Modelo Preditivo Calibrado, por sua vez, é um modelo preditivo cuja quantificação das relações da medida prevista com outras medidas é estabelecida considerando-se os valores coletados para as medidas em uma organização específica, baseando-se em definições operacionais estabelecidas por essa organização.</p>

Objetos	Descrição
NecessidadeInformacao	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo NecessidadeInformacao.</p> <p>Tem por objetivo armazenar as descrições das necessidades de informação estabelecidas pela organização.</p>
ObjetivoEstrategico	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo ObjetivoEstrategico.</p> <p>Tem por objetivo armazenar as descrições dos objetivos estratégicos estabelecidos pela organização.</p>
ObjetivoMedicao	<p>Tem por objetivo armazenar as descrições dos objetivos de medição estabelecidos pela organização. Um objetivo de medição pode ser um dos seguintes tipos: objetivo de medição de desempenho; objetivo de monitoramento e controle de projeto; objetivo de medição de qualidade.</p>
ObjetivoSoftware	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo ObjetivoSoftware.</p> <p>Tem por objetivo armazenar as descrições dos objetivos de software estabelecidos pela organização.</p>
PerfillRecursoHumano	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoPefilRecursoHumano.</p> <p>Tem por objetivo armazenar a representação do perfil responsável pela execução de uma determinada atividade, como por exemplo: grupo de medição; grupo de processo; especificador; programador; líder do projeto; grupo de garantia da qualidade. Pode existir mais de um perfil que coletam uma medição, como por exemplo, coletar métricas referentes às horas realizadas em uma atividade em que vários perfis estão envolvidos. Porém, um único perfil é responsável pela coleta das medições, como por exemplo, no caso anterior, o líder de projeto é responsável pela coleta da medida citada. Em adição, pode representar o perfil responsável pela análise da medida e também responsável pela análise do desempenho do processo.</p>

Objetos	Descrição
Periodicidade	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoPeriodicidade.</p> <p>Tem por objetivo armazenar a representação da frequência com a qual deve ser realizada a medição de uma medida como, por exemplo, mensal, semanal e uma vez em cada ocorrência da atividade, sempre que terminar a fase, sempre que executar uma determinada atividade.</p>
ProcedimentoAnaliseMedicao	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoProcedimentoAnaliseMedicao que tem por objetivo definir como representar e analisar os dados coletados para uma medida, incluindo também, as ferramentas analíticas que devem ser utilizadas (por exemplo: histograma, gráfico de controle XmR etc.). Deve ser clara, objetiva e não ambígua. Pode ser baseado em critérios de decisão claramente estabelecidos. Medidas que não são analisadas isoladamente não precisam ter procedimento de análise definido</p>
ProcedimentoMedicao	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo DescricaoProcedimentoMedicao que descreve como deve ser realizada a medição da medida. Medidas derivada não precisam ter procedimento de medição definido, já que são referentes ao relacionamento entre medidas que possuem procedimento de medição.</p>
TipoEntidadeMensuravel	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo TipoEntidadeMedida.</p> <p>O Tipo de Entidade Mensurável é uma classificação de entidades mensuráveis que indica quais elementos mensuráveis podem ser utilizados para caracterizar entidades desse tipo.</p> <p>Possibilita armazenar os tipos de entidades que podem ser medidas. Pode-se citar como exemplos de entidade medida: organização, projeto, processo, atividade, recurso humano, recurso de hardware, recurso de software e artefato, dentre outros.</p>

Objetos	Descrição
TipoEscala	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo NomeTipoEscala.</p> <p>Um TipoEscala é formado por valores discretos ou contínuos ou por categorias para a qual uma medida é mapeada. Cada valor ou categoria que forma uma escala é um Valor de Escala que representa os valores que podem ser atribuídos à medida. Exemplos: números reais positivos, {alto, médio, baixo}. Para medidas com escala do tipo absoluta ou taxa, ao determinar os valores da escala, é preciso identificar a precisão a ser considerada (0, 1 ou 2 casas decimais).</p>
TipoObjetivoMedicao	<p>Esta entidade é descrita pelo atributo TipoObjetivoMedicao.</p> <p>Tem por objetivo armazenar os tipos de objetivos de medição, podendo ser, por exemplo: Objetivo de Monitoramento e Controle de Projetos; Objetivo de Medição de Qualidade; Objetivo de Medição de Desempenho.</p>
UnidadeMedida	<p>Esta entidade é descrita pelos atributos SiglaUnidadeMedida e DescricaoUnidadeMedida.</p> <p>Tem por objetivo armazenar a representação da unidade de medida em relação à qual a medida é obtida. Exemplos: pessoa/mês, pontos de função, pontos de caso de uso, linhas de código, reais, dólar, horas dias úteis, dias corrido.</p>

4.8 Representação no diagrama e refinamento do modelo conceitual

Com o apoio da ferramenta “*Enterprise Architect*” (EA) foi desenhado o modelo conceitual do repositório de medidas contemplando a representação das entidades, dos relacionamentos e dos atributos identificados na Tabela 4.4 em um diagrama de Entidades e Relacionamento apresentado a seguir. Nesta etapa, são executados os passos: Representação do Diagrama e Refinamento do Modelo Conceitual, conforme o procedimento definido por FOURO (2002) apresentado na seção 2.7 desta dissertação.

Os modelos conceituais apresentados a seguir foram divididos em 7 assuntos similares ao modelos ontológicos. Não estão sendo representados todos os atributos e relacionamentos em todos os modelos, para não ficar visualmente poluído.

4.8.1 Modelo Conceitual Objetivos de Medição

A figura 4.1 apresenta o Modelo Conceitual Objetivos de Medição em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

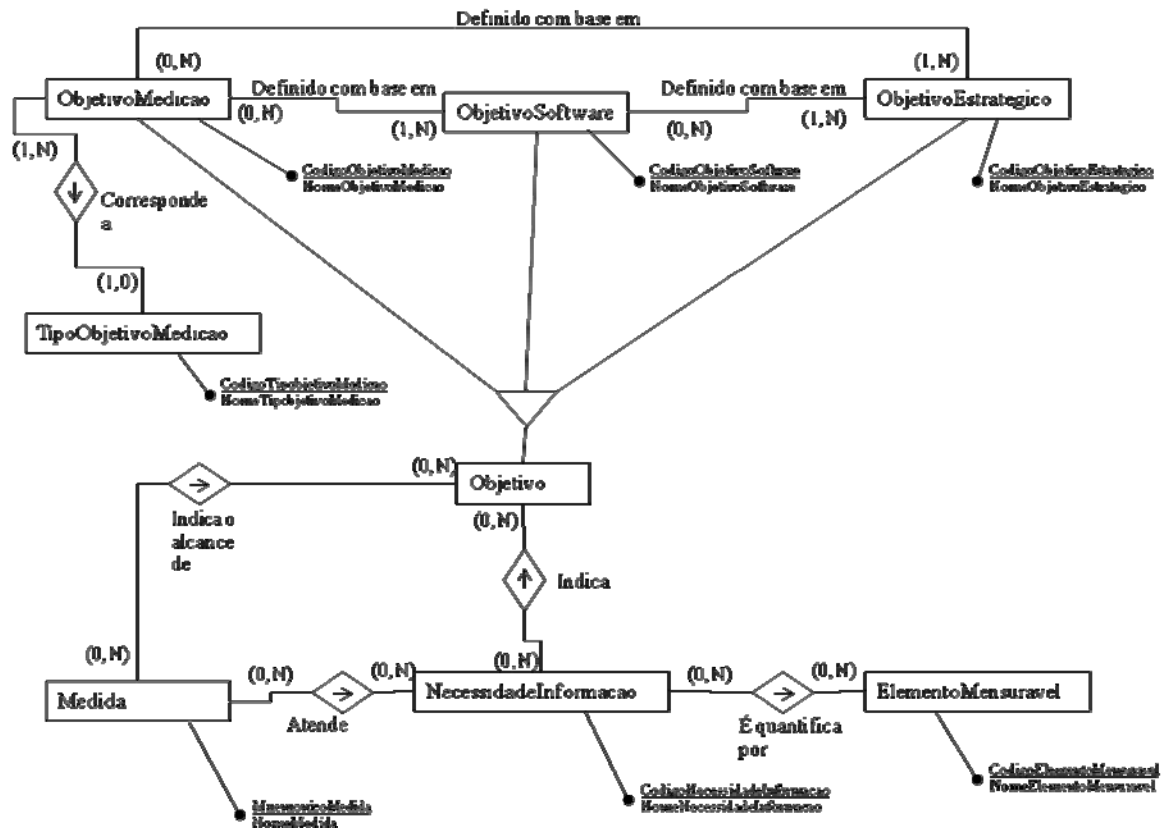


Figura 4.1 – Modelo Conceitual Objetivos de Medição

4.8.2 Modelo Conceitual Entidade Mensurável

A figura 4.2 apresenta o Modelo Conceitual Entidade Mensurável em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

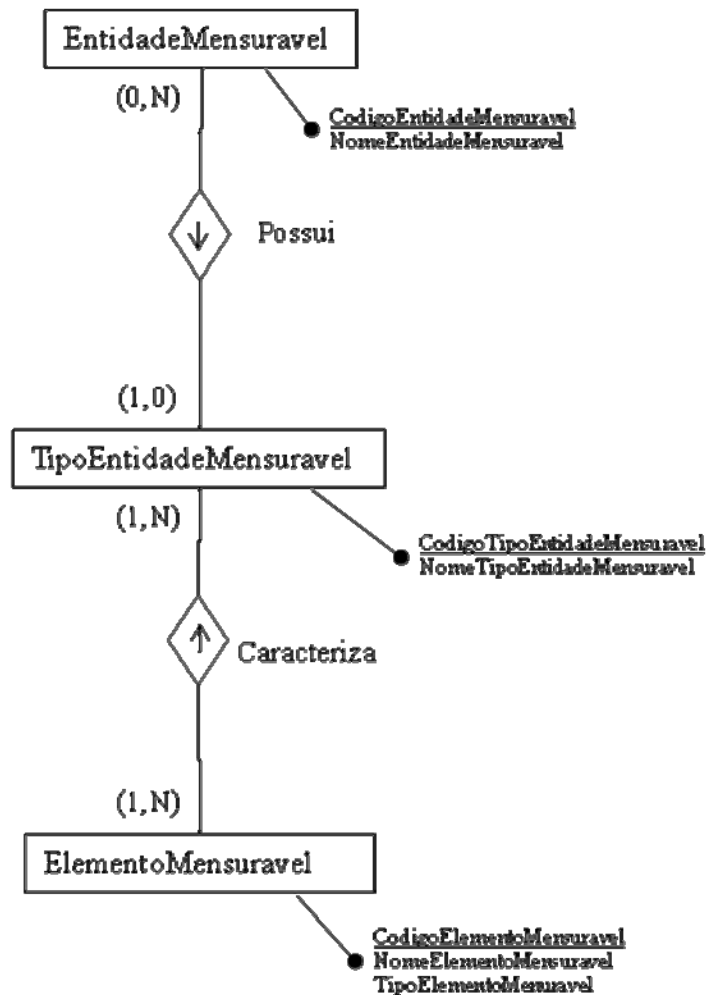


Figura 4.2 – Modelo Conceitual Entidade Mensurável.

4.8.3 Modelo Conceitual Medida de Software

A figura 4.3 apresenta o Modelo Conceitual Medida de Software em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

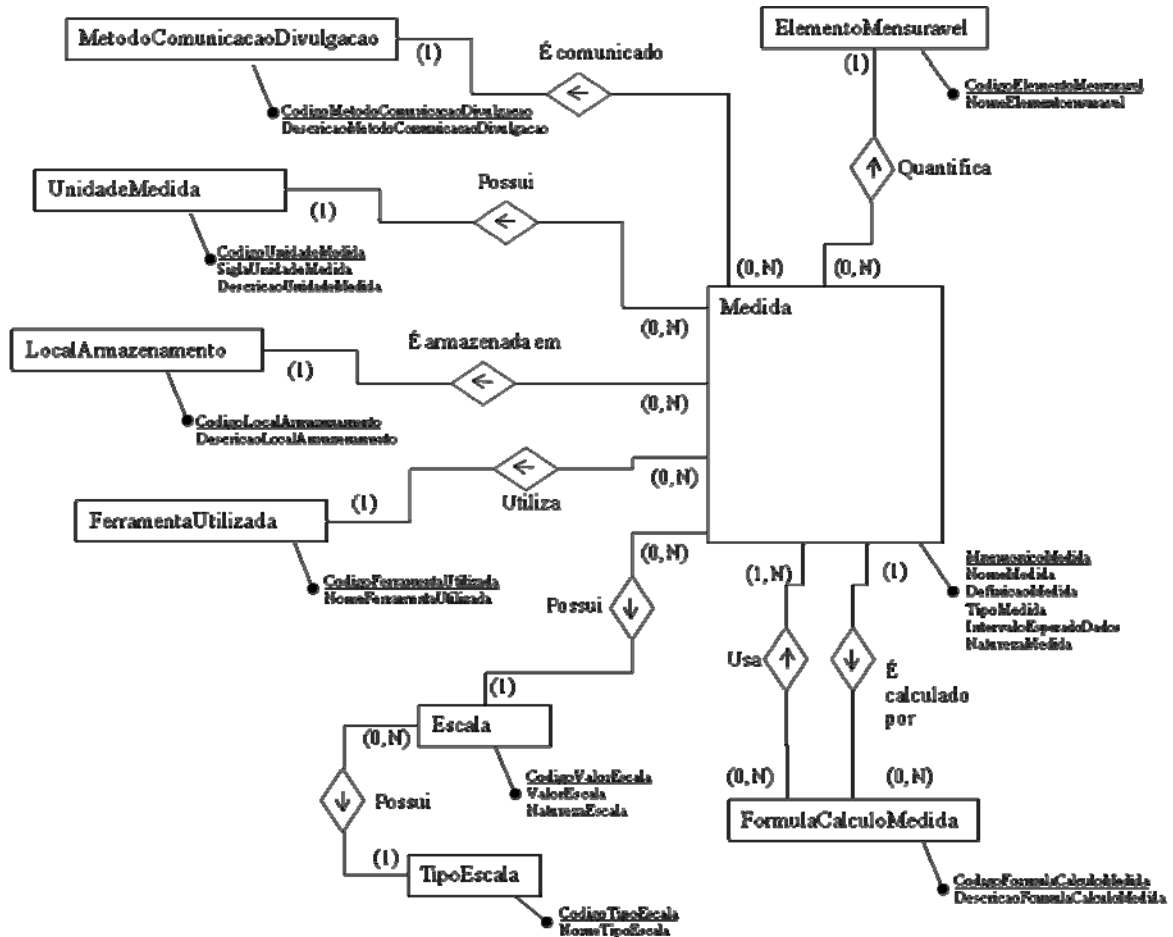


Figura 4.3 – Modelo Conceitual Medida de Software.

4.8.4 Modelo Conceitual Definição Operacional Medida

A figura 4.4 apresenta o Modelo Conceitual Definição Operacional Medida em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

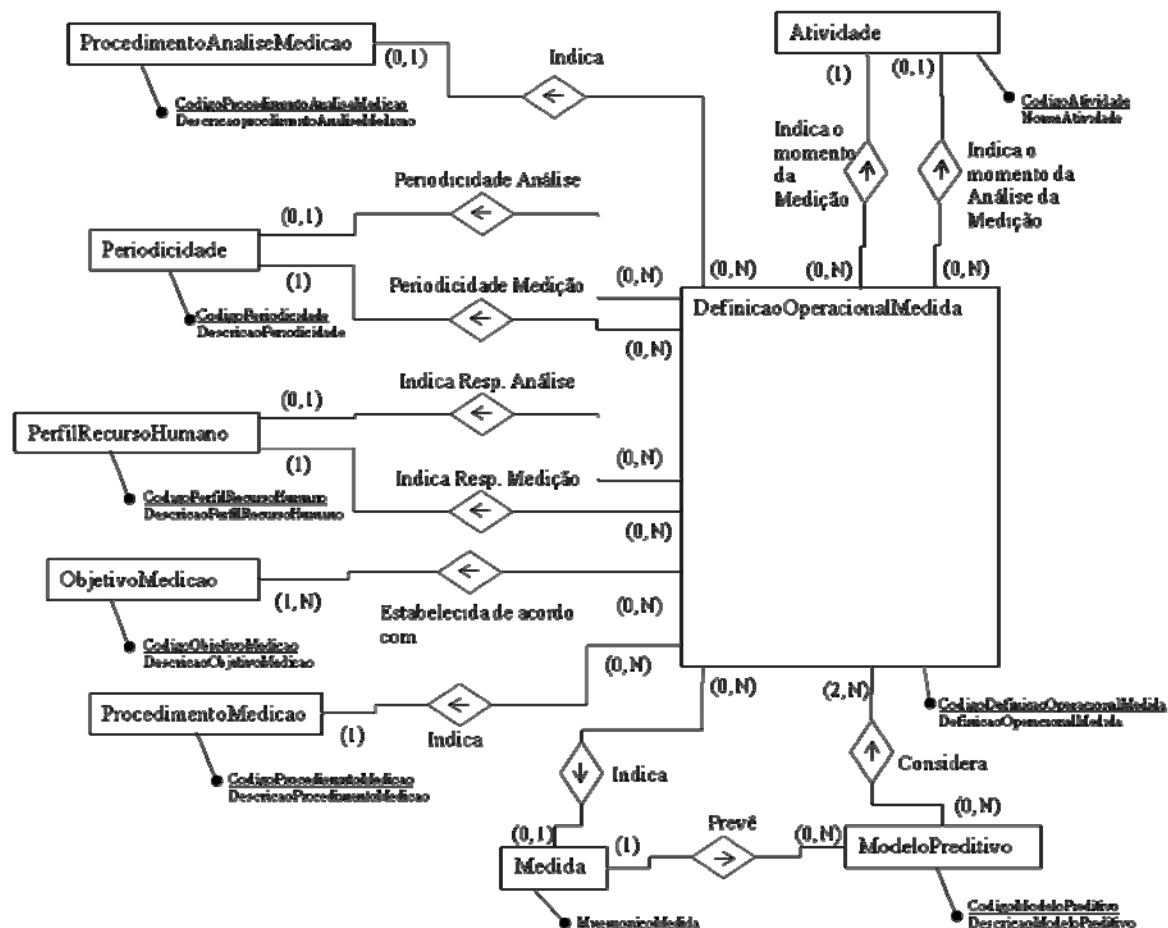


Figura 4.4 – Modelo Conceitual Definição Operacional Medida.

4.8.5 Modelo Conceitual Medição de Software

A figura 4.5 apresenta o Modelo Conceitual definição operacional medida em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

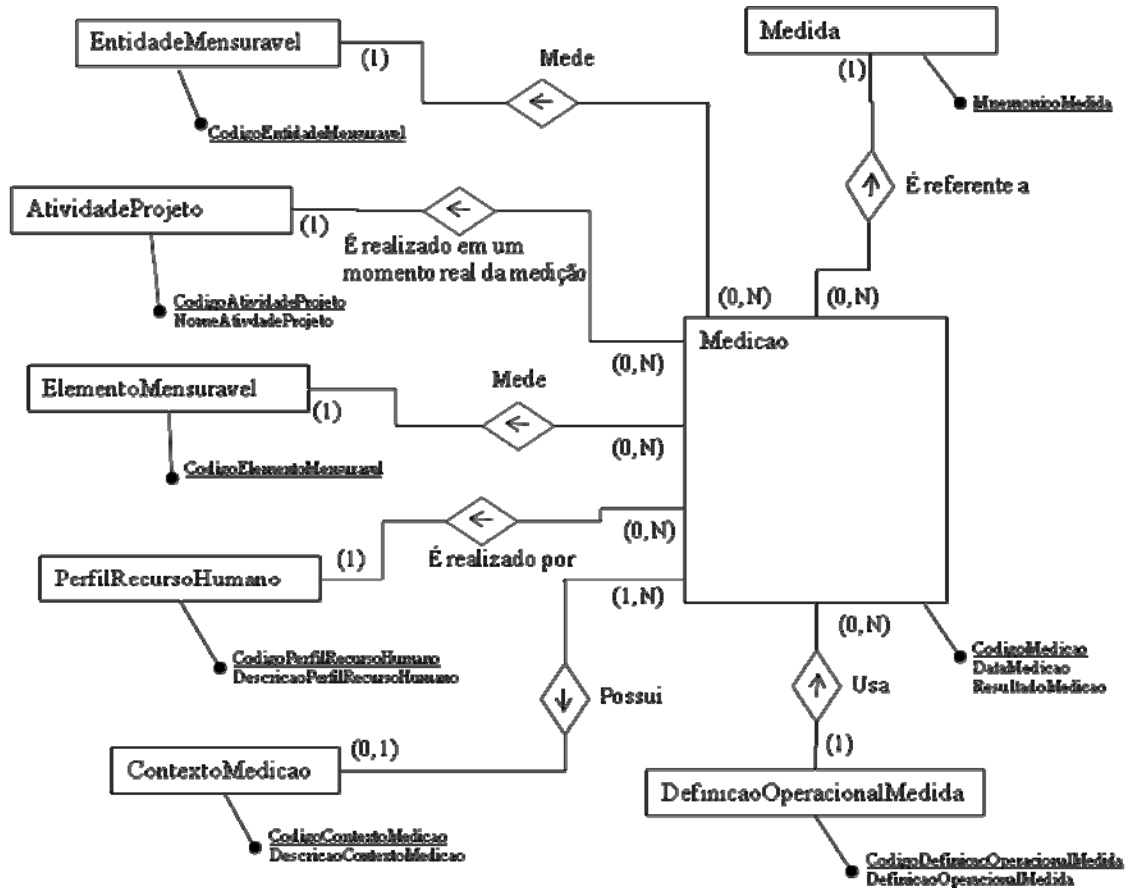


Figura 4.5 – Modelo Conceitual Medição de Software.

4.8.6 Modelo Conceitual Resultado de Medição

A figura 4.6 apresenta o Modelo Conceitual Resultado de Medição em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

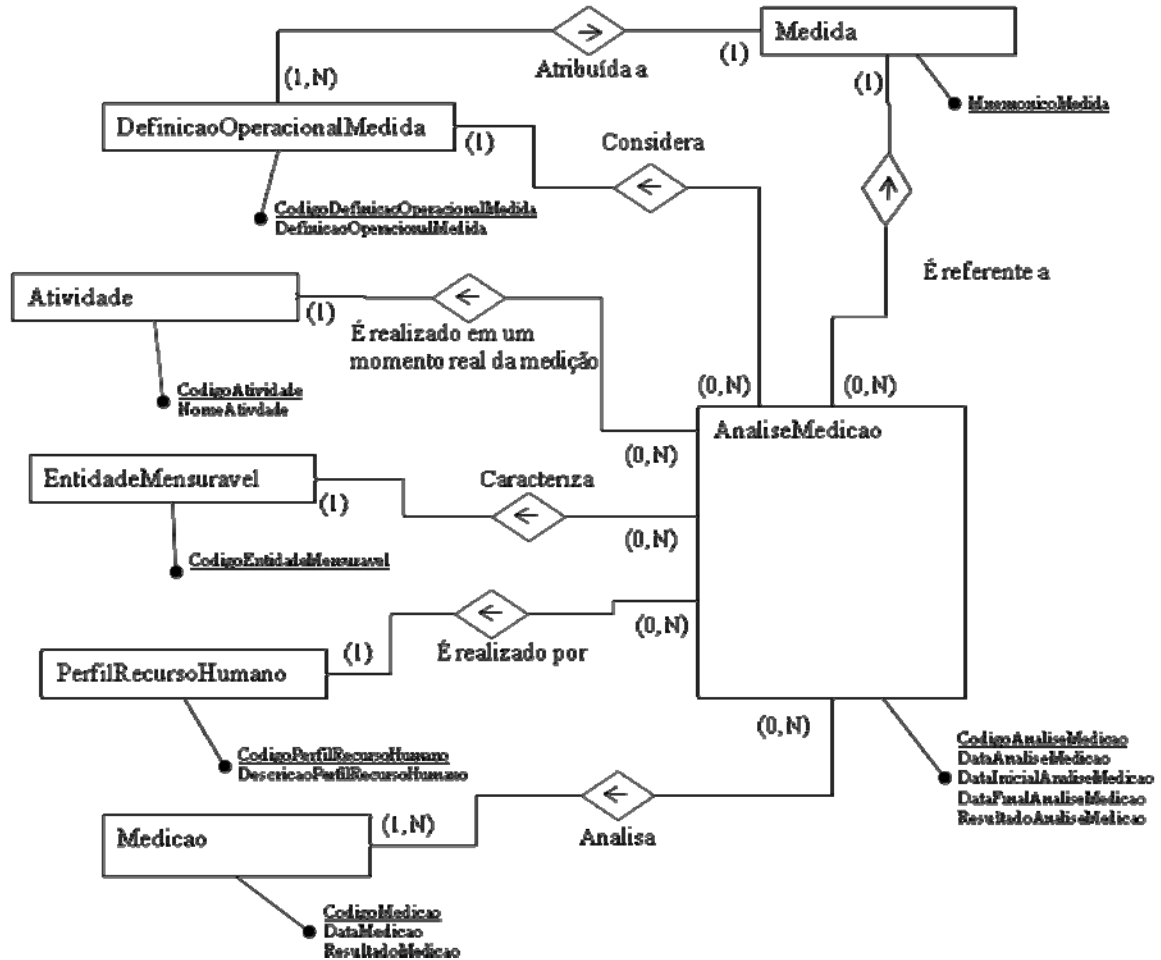


Figura 4.6 – Modelo Conceitual Resultado de Medição.

4.8.7 Modelo Conceitual Comportamento de Processo

A figura 4.7 apresenta o Modelo Conceitual Comportamento de Processo em conformidade com a tabela 4.6 desta dissertação.

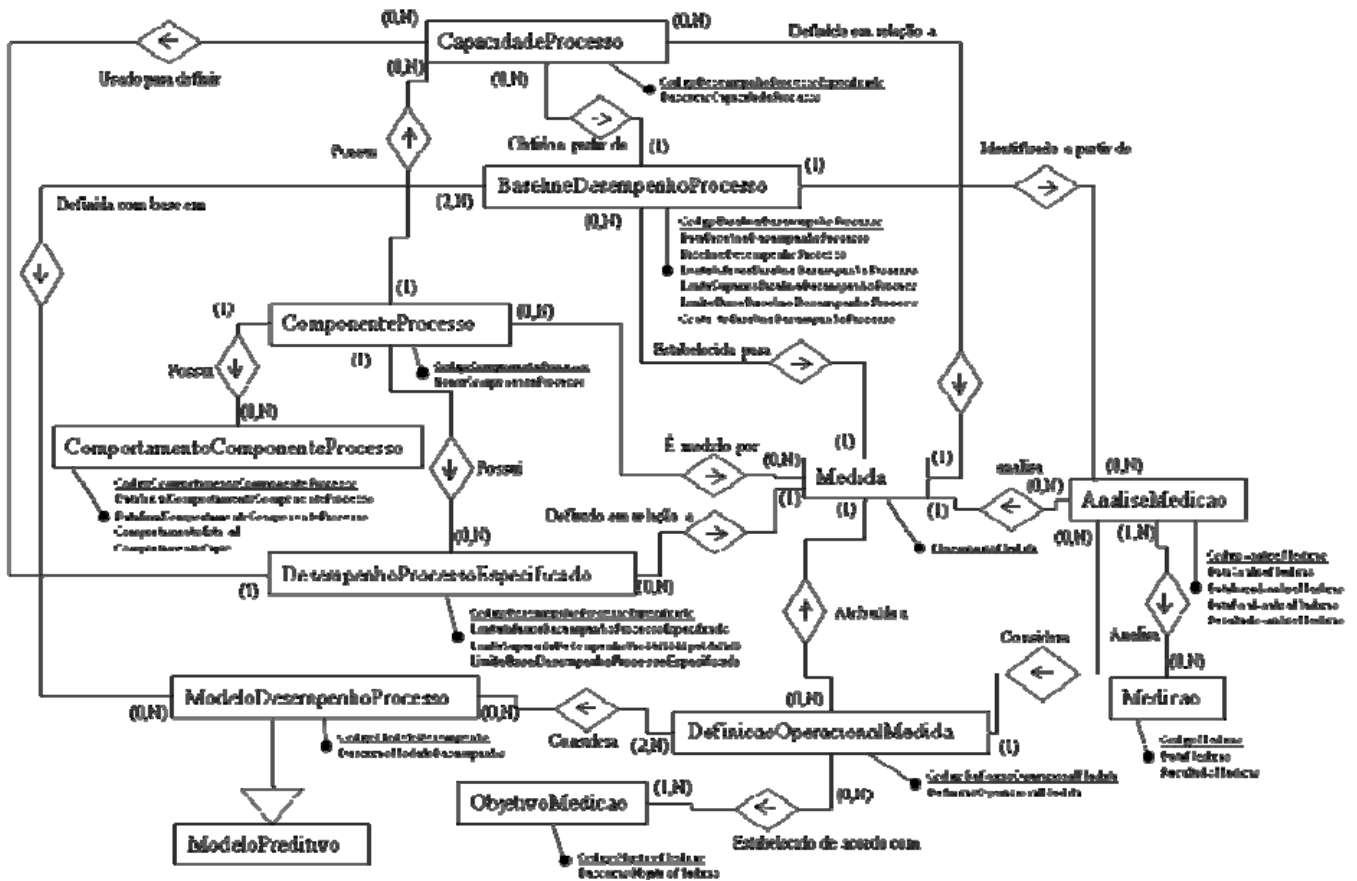


Figura 4.7 – Modelo Conceitual Comportamento de Processo.

4.9 Construção do repositório de medidas

Para garantir a integridade dos dados armazenados nas entidades, refletindo os estabelecidos nos relacionamentos e cardinalidades presentes nos modelos conceituais definidos pode-se adotar duas estratégias distintas:

(1) Definir as restrições de consistência de dados armazenados nas entidades a partir de procedimentos (*trigger e procedures*) implementados no próprio SGBD, a partir das definições dos relacionamentos e das cardinalidades estabelecidas entre as entidades. Esta opção tem como desvantagem tornar a implementação do repositório dependente do SGBD utilizado;

(2) Definir as restrições de consistência de dados (regras de negócio) através de linhas de código contidas nas próprias funções. Esta opção tem como desvantagem aumentar a quantidade de linhas de código e a necessidade de testes, porém tem como vantagem tornar a implementação do modelo de dados o mais independente possível do SGBD adotado, visto que não se pode garantir a total compatibilidade entre os diversos sistemas de gerência de bancos de dados disponíveis no mercado

A segunda opção foi adotada nesta dissertação, em conformidade com o requisito não funcional RNF-01. Os axiomas provenientes da Ontologia de Medição de Software a serem implementados como regras de negócio nas funcionalidades de manutenção do repositório de medidas estão descritas na seção 2 do Anexo III desta dissertação.

4.10 Conclusão do capítulo

Neste capítulo foi descrito como o projeto conceitual do repositório de medidas foi realizado com o apoio de ontologias de domínio de medição definida por BARCELLOS (2009), dos requisitos funcionais definidos nesta dissertação e do procedimento definido por FOURO (2002) adaptado para esta dissertação.

A tabela 4.8 apresenta o relacionamento entre os modelos conceituais definidos, os requisitos do cliente, requisitos funcionais e os requisitos e atributos obtidos da revisão da literatura. Detalhes sobre esta tabela de relacionamento podem ser encontrados no Anexo V desta dissertação.

Tabela 4.7 – Relacionamento entre os Modelos Conceituais e os Requisitos.

Modelo Conceitual	Requisito do Cliente	Requisito Funcional	Requisito e Atributo
<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos de Medição - Medidas de Software - Entidade Mensurável - Definição Operacional Medida - Medição de Software - Resultado Medição - Comportamento de Processo 	RC-01 RC-03	RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo.	REQ-01 REQ-02
<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos de Medição 	RC-01	RF-02: Permitir armazenar e relacionar objetivos de negócio, objetivos de software e questões com as medidas associadas.	REQ-15 REQ-18 REQ-19 REQ-20
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de Software - Definição Operacional Medida 	RC-01	RF-03: Permitir armazenar a definição operacional de uma medida, com informações necessárias à alta maturidade.	REQ-12, REQ-13, REQ-14, REQ-24, REQ-28, REQ-11, REQ-23, REQ-22, REQ-25 e REQ-26 ATR-01, ATR-02, ATR-03, ATR-04, ATR-05, ATR-06 e ATR-07
<ul style="list-style-type: none"> - Medição de Software - Análise de Medição -Comportamento de Processo 	RC-01	RF-04: Permitir armazenar as medições, com as informações necessárias à alta maturidade.	REQ-01A, REQ-01, REQ-06, REQ-06A, REQ-07, REQ-33, REQ-11, REQ-09A e REQ-29
<ul style="list-style-type: none"> - Entidade Mensurável - Definição Operacional Medida 	RC-01	RF-05: Permitir armazenar as informações que caracterizam uma entidade mensurável.	REQ-17 e REQ-31

Modelo Conceitual	Requisito do Cliente	Requisito Funcional	Requisito e Atributo
<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de Software - Entidade Mensurável - Definição Operacional Medida - Medição de Software 	RC-01	RF-06: Permitir armazenar medições de modo que sua granularidade seja tal que possibilite avaliar o comportamento e o desempenho de uma única entidade mensurável.	REQ-03A, REQ-10, REQ-05A, REQ-16 e REQ-30
<ul style="list-style-type: none"> - Objetivos de Medição - Medidas de Software - Entidade Mensurável - Definição Operacional Medida - Medição de Software - Resultado Medição - Comportamento de Processo 	RC-03	RF-07: Possibilitar a extração de dados de medição.	REQ-03, REQ-08A, REQ-02, REQ-04, REQ-02A, REQ-04A e REQ-15
<ul style="list-style-type: none"> - Análise Medição - Comportamento de Processo 	RC-03	RF-08: Permitir armazenar resultados de análise de desempenho de processos a partir das entidades mensuráveis associadas.	REQ-05, REQ-07A, REQ-27, REQ-08, REQ-08A, REQ-09 e REQ-21
<ul style="list-style-type: none"> - Medição de Software - Entidade Mensurável 	RC-02	RF-09: Permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas.	REQ-34

O próximo capítulo apresenta a modelagem realizada para definir o conjunto de casos de uso, as especificações das funções necessárias para a manutenção dos dados no repositório de medidas e sua construção.

CAPÍTULO 5 – CONSTRUÇÃO DO REPOSITÓRIO DE MEDIDAS

Este capítulo apresenta a implementação do repositório de medidas apresentado no capítulo 4.

5.1 Introdução

No capítulo anterior, foi apresentado o repositório de medidas. Este capítulo descreve a implementação deste repositório.

5.2 Modelagem funcional para manutenção do repositório de medidas

A modelagem funcional consistiu em definir e descrever os casos de uso a partir do refinamento dos requisitos identificados, do conjunto de funcionalidades necessário para atender aos requisitos funcionais e os modelos conceituais estabelecidos no capítulo 4.

5.2.1 Lista de casos de uso

O relacionamento entre os requisitos funcionais, os casos de uso e as funcionalidades necessárias para manutenção dos dados do repositório de medidas está representado na tabela 5.1.

5.2.2 Casos de uso do repositório de medidas

O ator primário dos casos de uso que compõem o sistema é o grupo de medição da organização. O ator secundário dos casos de uso é qualquer usuário interessado nas informações de medição disponíveis no sistema.

Para que os casos de uso possam ser executados é necessário que um processo de Medição tenha sido definido e implementado na organização.

A seguir são apresentados os casos de uso e as funções que compõem cada um dos casos de uso:

Tabela 5.1 – Relacionamento entre Requisitos Funcionais, Casos de Uso e Modelos Conceituais.

Requisito Funcional Básico	Requisito Funcional Adicional	Modelo Conceitual Relacionado	Lista de Casos de Uso
RF-02: Permitir armazenar e relacionar objetivos de negócio, objetivos de software e questões com as medidas associadas.	RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo.	Objetivos de Medição Medida de Software Entidade Mensurável	UC-01: Manter Objetivo
RF-03: Permitir armazenar a definição operacional de uma medida, com informações necessárias à alta maturidade.	RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo. RF-05: Permitir armazenar as informações que caracterizam uma entidade mensurável.	Medida de Software Entidade Mensurável Definição Operacional de Medidas Objetivos de Medição	UC-02: Manter Medida e Definição Operacional de Medida
RF-05: Permitir armazenar as informações que caracterizam uma entidade mensurável.	RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo. RF-03: Permitir armazenar a definição operacional de uma medida, com informações necessárias à alta maturidade.	Entidade Mensurável	UC-03: Manter Entidade Mensurável
RF-04: Permitir armazenar as medições, com as informações necessárias à alta maturidade.	RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo. RF-06: Permitir armazenar medições de modo que sua granularidade seja tal que possibilite avaliar o comportamento e o desempenho de uma única entidade mensurável.	Medição de Software Entidade Mensurável Medida de Software Definição Operacional de Medidas	UC-04: Manter Medição
RF-08: Permitir armazenar resultados de análise de desempenho de processos a partir das entidades mensuráveis associadas.	Não há	Medida de Software Entidade Mensurável Medição de Software Análise Medição Comportamento de Processo	UC-05: Manter Análise de Medição e Comportamento de Processo
RF-07: Possibilitar a extração de dados de medição.	Não há	Análise Medição Comportamento de Processo Medição de Software Medida de Software Entidade Mensurável Definição Operacional de Medidas	UC-06: Extrair Dados de Medição

Requisito Funcional Básico	Requisito Funcional Adicional	Modelo Conceitual Relacionado	Lista de Casos de Uso
RF-09: Permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas.	Não há	Medição de Software	UC-07: Importar Dados de Medição

UC-01: Manter Objetivo.

O caso de uso Manter Objetivo contempla as seguintes funções:

- Incluir Tipo Objetivo/Necessidade de Informação;
- Incluir Tipo Objetivo Medição;
- Incluir Objetivo/Necessidade de Informação;
- Alterar Objetivo/Necessidade de Informação;
- Associar Objetivo/Necessidade de Informação com Medida;
- Associar Objetivo definido com base em Objetivo;
- Associar Necessidade de Informação com Elemento Mensurável;
- Listar Medidas e Associações.

UC-02: Manter Medida.

O caso de uso Manter Medida contempla as seguintes funções:

- Incluir Medida;
- Alterar Medida;
- Incluir Unidade Medida;
- Incluir Local Armazenamento;
- Incluir Ferramenta Utilizada;
- Incluir Escala;
- Incluir Tipo Escala;
- Incluir Método Comunicação Divulgação;
- Incluir Fórmula Cálculo Medida;

- Incluir Definição Operacional Medida;
- Alterar Definição Operacional Medida;
- Incluir Periodicidade;
- Incluir Perfil Recurso Humano;
- Incluir Procedimento Medição;
- Alterar Procedimento Medição;
- Incluir Procedimento Análise Medição;
- Alterar Procedimento Análise Medição;
- Incluir Modelo Desempenho Processo;
- Incluir Tipo Modelo Desempenho Processo;
- Associar Definição Operacional Medida com Modelo Desempenho Processo;
- Associar Objetivo Medição com Definição Operacional Medida.

UC-03: Manter Entidade Mensurável.

O caso de uso Manter Entidade Mensurável contempla as seguintes funções:

- Incluir Entidade Mensurável;
- Incluir Tipo Entidade Mensurável;
- Incluir Característica Entidade Mensurável;
- Incluir Elemento Mensurável;
- Associar Tipo de Entidade Mensurável com Elemento Mensurável;
- Associar Entidade Mensurável com Característica de Entidade Mensurável.

UC-04: Manter Medição.

O caso de uso Manter Medição contempla as seguintes funções:

- Incluir Medição;
- Alterar Medição;
- Excluir Medição;
- Incluir Contexto Medição;
- Alterar Contexto Medição.

UC-05: Manter Análise e Comportamento de Processo.

O caso de uso Manter Análise e Comportamento de Processo contempla as seguintes funções:

- Incluir Análise de Medição e Associação com Medições;
- Incluir *Baseline* Desempenho de Processo;
- Incluir Desempenho de Processo Especificado;
- Incluir Comportamento Componente de Processo;
- Incluir Capacidade de Processo.

UC-06: Extrair Dados de Medição.

O caso de uso Extrair Dados de Medição contempla a seguinte função:

- Extrair Dados de Medição.

5.3 Implementação física do modelo conceitual do repositório de medidas

A partir dos modelos conceituais apresentados no capítulo 4 desta dissertação, considerando também as funções componentes dos casos de uso descritos na seção anterior foi implementado o modelo físico de dados do repositório de medidas para suportar a implementação física das funções.

A implementação física do modelo de dados do repositório de medidas a partir do modelo físico utilizou a facilidade da ferramenta EA – Interprise Architect para geração das DDL's⁸ de cada uma das tabelas que compõem o modelo de dados.

A relação das entidades e atributos criados fisicamente para compor o modelo físico de dados juntamente com as DDL's geradas pode ser consultada no Anexo IV desta dissertação.

O SGBD utilizado é o Oracle Database 10g Express Edition.

A arquitetura do ambiente contempla serviços básicos de apoio a soluções para ambientes de alta maturidade, como por exemplo: Controle de acesso, carregamento autônomo de ferramentas, gestão de funcionalidades e *log* de operações. Utiliza o padrão Java EE e a orientação a objetos, sendo composta por quatro camadas (MVC2):

Camada de modelo: O modelo lógico e seu mapeamento com o modelo físico é implementado utilizando as definições da JPA (*Java Persistence API*), e a implementação do *Hibernate*.

Camada de controle (1): Utiliza a tecnologia EJB (*Enterprise Java Beans*) para definir serviços e interfaces de acesso a camada de modelo. Nessa camada é definida toda a lógica da aplicação.

Camada de controle (2): Constituída de "*backing beans*", faz a ligação entre as páginas do usuário e os componentes EJB. Nessa camada se dá o gerenciamento das sessões do usuário.

Camada de apresentação: Utiliza a tecnologia JSF (*Java Server Faces*) para apresentação de dados, além de bibliotecas (*Facelets e Richfaces*) de enriquecimento de interface e AJAX.

5.4 Descrição do uso do sistema

O usuário ao acessar o menu principal do sistema, conforme apresentado na figura 5.1, escolhe qual função que compõe o repositório de medidas deseja utilizar entre as seguintes: Incluir Tipo Objetivo/Necessidade de Informação; Incluir Tipo Objetivo Medição; Incluir Objetivo/Necessidade de Informação; Alterar Objetivo/Necessidade de

⁸ DDL: Linguagem de definição de dados (LDD ou DDL, do Inglês *Data Definition Language*) é uma linguagem de computação usada para a definição de estruturas de dados.

Informação;Associar Objetivo/Necessidade de Informação com Medida;Associar Objetivo definido com base em Objetivo;Associar Necessidade de Informação com Elemento Mensurável;Listar Medidas e Associações; Incluir Medida;Alterar Medida;Incluir Unidade Medida;Incluir Local Armazenamento;Incluir Ferramenta Utilizada;Incluir Escala;Incluir Tipo Escala;Incluir Método Comunicação Divulgação;Incluir Fórmula Cálculo Medida;Incluir Definição Operacional Medida;Alterar Definição Operacional Medida;Incluir Periodicidade;Incluir Perfil Recurso Humano;Incluir Procedimento Medição;Alterar Procedimento Medição;Incluir Procedimento Análise Medição;Alterar Procedimento Análise Medição;Incluir Modelo Desempenho Processo;Incluir Tipo Modelo Desempenho Processo;Associar Definição Operacional Medida com Modelo Desempenho Processo;Associar Objetivo Medição com Definição Operacional Medida; Incluir Entidade Mensurável;Incluir Tipo Entidade Mensurável;Incluir Característica Entidade Mensurável;Incluir Elemento Mensurável;Associar Tipo de Entidade Mensurável com Elemento Mensurável;Associar Entidade Mensurável com Característica de Entidade Mensurável; Incluir Medição;Alterar Medição;Excluir Medição;Incluir Contexto Medição;Alterar Contexto Medição; Incluir Análise de Medição e Associação com Medições;Incluir *Baseline* Desempenho de Processo;Incluir Desempenho de Processo Especificado;Incluir Comportamento Componente de Processo;Incluir Capacidade de Processo; Extrair Dados de Medição.

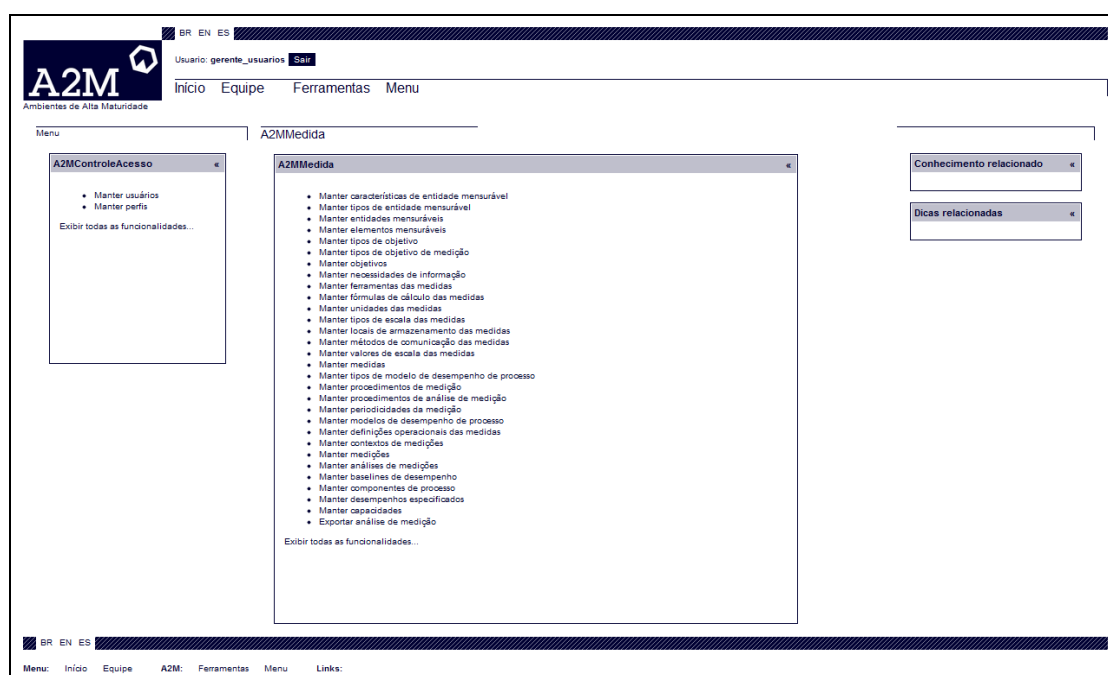


Figura5.1 – Funções que compõem o Repositório de Medidas.

5.4.1 Manter Objetivo

Quando o usuário seleciona a opção Manter Objetivo no menu principal, o sistema apresenta a relação de funções disponíveis para que o usuário possa selecionar uma a ser executada:

Incluir Objetivo/Necessidade de Informação: O sistema possibilita que o usuário preencha a descrição do Objetivo/Necessidade de Informação conforme apresentado na figura 5.2 e escolha um dos tipos previamente armazenados. Caso o tipo escolhido seja Objetivo de Medição, o sistema apresenta os tipos de Objetivos de Medição disponíveis para que o usuário selecione qual o tipo de objetivo de medição deve estar associado ao objetivo de medição. O sistema verifica se já existe armazenada uma ocorrência com as mesmas características e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Se não existe, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

The screenshot shows the A2M system interface. The top navigation bar includes language options (BR, EN, ES), the user name 'gerente_usuario', and a 'Sair' button. The main menu includes 'Início', 'Equipe', 'Ferramentas', and 'Menu'. The left sidebar shows a 'Menu' with 'A2MMedida' selected, containing a list of maintenance options. The main content area displays a form for adding a new objective. The form has the following fields:

- Nome: Objetivo1
- Descrição: Objetivo1
- Tipo: Objetivo de mediçã
- Tipo de medição: TipoObjetivoMedic

Below the form is a table titled 'Objetivos base' with the following data:

	Nome	Descrição	Tipo	Tipo de medição
<input type="checkbox"/>	Objetivo1	Objetivo1	Objetivo de med...	TipoObjetivoMe...
<input checked="" type="checkbox"/>	Objetivo2	Objetivo2	Objetivo de med...	TipoObjetivoMe...

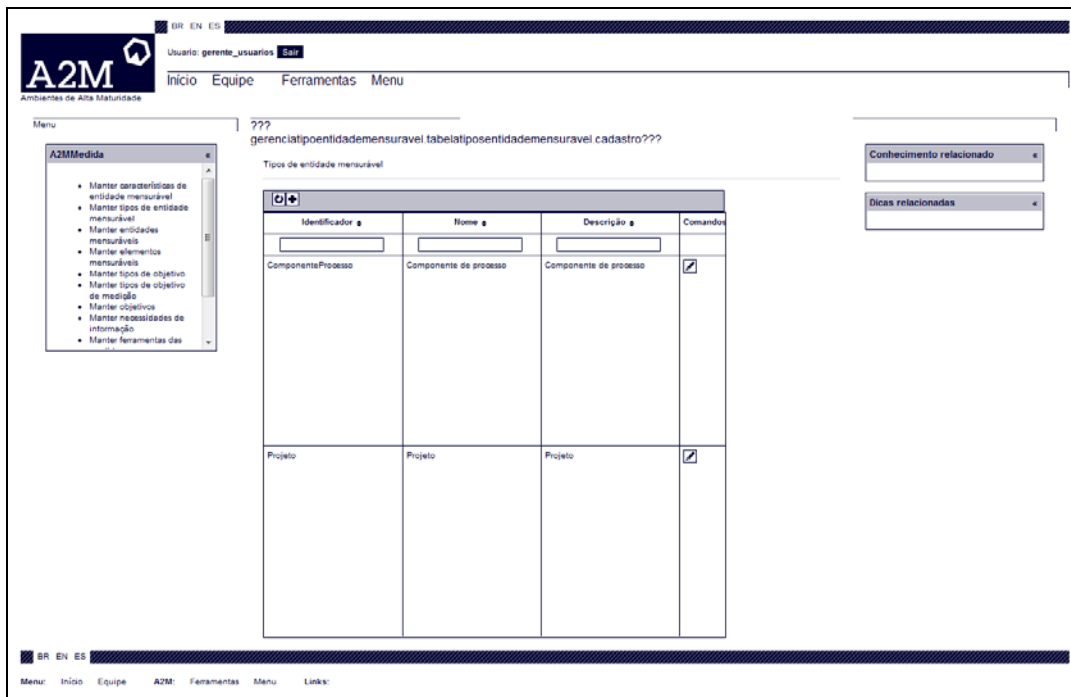
On the right side of the interface, there are two dropdown menus: 'Conhecimento relacionado' and 'Dicas relacionadas'.

Figura5.2 – Incluir Objetivo/Necessidade de Informação.

Alterar Objetivo/Necessidade de Informação: O sistema lista os objetivos e necessidades de informação armazenados, juntamente com o tipo associado, e se for o caso, o tipo de objetivo de medição também associado. O sistema ordena a lista por tipo de objetivo/necessidade de informação em ordem alfabética. Caso o usuário altere

alguma informação, o sistema solicita confirmação da alteração. Se o usuário confirmar, o sistema executa a alteração e informa ao usuário se a alteração foi ou não bem sucedida. Se o usuário não confirmar, o sistema reapresenta o conjunto de informações inicial.

Associar Objetivo/Necessidade de Informação com Medida: O sistema apresenta ao usuário os Objetivos/Necessidades de Informações armazenadas e seus respectivos tipos, grupados por tipo e em ordem alfabética, conforme figura 5.3. O sistema apresenta outro conjunto de informações com as medidas existentes, permitindo que o usuário selecione uma ocorrência. O sistema indica quais associações já foram feitas e possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque uma já existente. O sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.



Medidas que indicam alcance			
	Mnemônico	Nome	Tipo
<input checked="" type="checkbox"/>	DTP	Densidade de Defeitos de Teste...	

Figura 5.3 – Associar Objetivo/Necessidade de Informação com Medida.

Incluir Tipo Objetivo/Necessidade de Informação: O sistema possibilita que o usuário preencha as informações sobre os tipos de objetivos/necessidade de informação definidos pela organização, como por exemplo: Objetivo Estratégico; Objetivo de Software; Objetivo de Medição e Necessidade de Informação. O sistema possibilita que o usuário crie qualquer outro tipo desejado. O sistema verifica se já existe o mesmo tipo de objetivo armazenado e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso contrário, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

Incluir Tipo Objetivo Medição: O sistema possibilita que o usuário possa incluir cada um dos tipos de objetivos de medição definidos pela organização, como por exemplo: Objetivo de Monitoramento e Controle de Projetos; Objetivo de Medição da Qualidade e Objetivo de Medição de Desempenho. O sistema verifica se já existe o mesmo tipo de objetivo de medição armazenado e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso contrário, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

Associar Objetivo/Necessidade de Informação com Objetivo/Necessidade de Informação: O sistema apresenta os Objetivos/Necessidades de Informação armazenados em ordem alfabética e seus respectivos tipos ordenados por tipo. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta outro conjunto de informações com os Objetivos/Necessidade de Informação armazenados e seus respectivos tipos, destacando as associações já existentes. O sistema possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque as já existentes. O usuário solicita o registro da associação e o sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.

Associar Necessidade de Informação com Elemento Mensurável: O sistema apresenta as Necessidades de Informação armazenadas em ordem alfabética. O usuário seleciona uma Necessidade de Informação e o sistema apresenta outro conjunto de informações com os Elementos Mensuráveis armazenados indicando os que já estão associados a uma necessidade de informação. O sistema possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque as já existentes. O usuário solicita o registro da associação e o sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.

Listar Medidas e Associações: O sistema apresenta uma lista de todas as medidas, as associações com objetivos/necessidades de informação e os tipos correspondentes, ordenados alfabeticamente por medida e tipo. Para os Objetivos que

tenham o tipo igual a “Objetivo de Medição” o sistema apresenta também o tipo de objetivo de medição. O sistema salva a consulta em um arquivo em formato Excel.

5.4.2 Manter Medida

O usuário ao selecionar a opção Manter Medida no menu principal da aplicação, o sistema apresenta a relação de funções existentes:

Incluir Medida: O sistema possibilita que usuário preencha as informações que compõem a entidade Medida conforme apresentado na figura 5.4 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para as informações componentes da medida que já possuem registro no sistema, este possibilita que o usuário escolha o valor a ser considerado a partir de uma lista de seleção. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita o registro da medida no repositório. O sistema valida o preenchimento das informações e verifica se já existe uma medida com o mesmo mnemônico. Caso exista, o sistema informa a duplicidade ao usuário, não executa o registro e aguarda uma ação para continuar. Caso não exista duplicidade, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

The screenshot displays the 'Manter Medida' form within the A2M application. The interface includes a top navigation bar with 'BR EN ES' and a user profile section for 'gerente_usuarios'. A main menu is visible on the left, and the central form is titled 'gerenciamedida.tabelamedidas.cadastro???' with a 'Principal' tab. The form contains several input fields and dropdown menus: 'Mnemônico' (DDTP), 'Definição' (encontrados nos testes do produto e o laminação do produto que está sendo testado), 'Tipo' (Medida derivada), 'Valor da escala' (Escala Taxa), 'Local de armazenamento' (Local/Armazenamei), 'Método de comunicação e divulgação' (MétodoComunica), 'Nome' (Intervalo esperado de dados), 'Fórmula de cálculo' (QDTP / TPF), 'Ferramenta utilizada' (Ferramenta1), 'Unidade' (Quantidade de Det), and 'Elemento mensurável' (Teste de produto). There are 'Confirmar' and 'Cancelar' buttons at the top and bottom of the form. A right sidebar contains 'Conhecimento relacionado' and 'Dicas relacionadas' sections.

Figura 5.4 – Incluir Medida.

Alterar Medida: O sistema apresenta uma lista com as descrições e mnemônicos das medidas existentes em ordem alfabética de descrição de medida. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta as informações armazenadas para que o usuário possa alterá-las. O usuário não pode alterar o mnemônico da medida. O sistema valida a alteração realizada e solicita confirmação da alteração. Caso o usuário confirme, o sistema executa a alteração e informa ao usuário.

Unidade Medida: O sistema possibilita que o usuário possa incluir tipos de unidades de medida. O sistema verifica se já existe uma ocorrência com a mesma unidade de medida e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Local Armazenamento: O sistema possibilita que o usuário possa incluir locais de armazenamento das medidas. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para o mesmo local de armazenamento. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Ferramenta Utilizada: O sistema possibilita que o usuário possa incluir ferramentas utilizadas para apoiar as medidas. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para a mesma ferramenta. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Escala: O sistema possibilita que o usuário possa informar os valores para: Valor da Escala; Natureza da Escala e Tipo da Escala. O sistema possibilita que o usuário possa selecionar um dos tipos de escala previamente armazenados no sistema. O sistema verifica se já existe uma ocorrência com as mesmas características e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Tipo Escala: O sistema possibilita que o usuário possa incluir tipos de escala. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para o mesmo tipo escala. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Método Comunicação Divulgação: O sistema possibilita que o usuário possa incluir métodos comunicação e divulgação para as medidas. O sistema verifica se

já existe uma ocorrência para o mesmo método de comunicação e divulgação. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Fórmula Cálculo Medida: O sistema possibilita que o usuário possa incluir fórmulas de cálculo a serem aplicada às medidas. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para a mesma fórmula de cálculo. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Definição Operacional Medida: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem a Definição Operacional da Medida conforme apresentado na figura 5.5 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. O sistema possibilita que o usuário visualize as informações que estão previamente armazenadas para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita o registro da ocorrência. O sistema valida o preenchimento das informações, executa o registro da ocorrência e informa ao usuário.

The screenshot shows the A2M web application interface. At the top, there is a language selector (BR, EN, ES) and a user profile (gerente_usuarios, Sar). The main navigation includes 'Início', 'Equipe', 'Ferramentas', and 'Menu'. A sidebar on the left contains a menu for 'A2M Medida' with options like 'Manter características de entidade mensurável', 'Manter tipos de entidade mensurável', etc. The main content area displays a form for 'Incluir Definição Operacional de Medida'. The form has several dropdown menus for fields: 'Medida' (DDTP), 'Responsável pela análise' (Analista de Testes), 'Procedimento de análise' (Análise controle est), 'Períodicidade de análise' (Monitoramento dos), 'Momento da análise' (Execução dos proje), 'Definição' (problema que causou o desvio), 'Responsável pela medição' (Analista de Testes), 'Procedimento de medição' (ProcedimaneotMec), 'Períodicidade da medição' (Monitoramento dos), and 'Momento da medição' (Realizar Testes de). Below the form is a table with columns 'Nome', 'Descrição', and 'Tipo'. The table contains one row with a checked checkbox, 'ModeloDesempe...', 'ModeloDesempe...', and 'TipoModeloDes...'. On the right side of the form, there are two dropdown menus: 'Conhecimento relacionado' and 'Dicas relacionadas'.

Figura 5.5 – Incluir Definição Operacional de Medida.

Alterar Definição Operacional Medida: O sistema lista as definições operacionais de medidas já cadastradas, ordenadas por Mnemônico da Medida, Definição Operacional da Medida, Momento de Medição, Momento de Análise de Medição. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta as informações armazenadas para que o usuário possa alterá-las. O usuário não pode alterar o Mnemônico da Medida. O sistema valida a alteração realizada e solicita preenchimento caso alguma informação não tenha sido preenchida. O sistema solicita confirmação, executa a alteração e informa ao usuário.

Incluir Periodicidade: O sistema possibilita que o usuário possa incluir periodicidades. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para a mesma periodicidade. Caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

Incluir Perfil Recurso Humano: O sistema possibilita que o usuário possa incluir perfil de recurso humano. O sistema verifica se já existe uma ocorrência com as mesmas características. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso não exista, o sistema executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

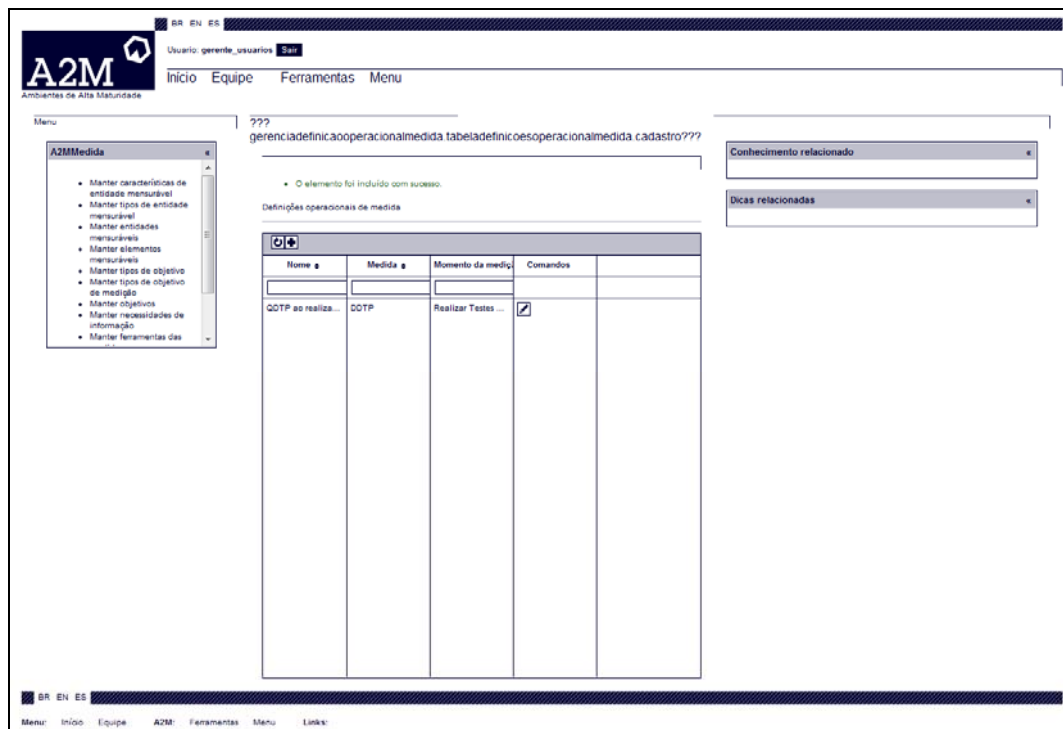
Incluir Procedimento Medição: O sistema possibilita que o usuário possa preencher a Descrição do Procedimento de Medição. O usuário preenche a descrição e solicita a inclusão da ocorrência. O sistema valida se a descrição foi preenchida, executa a inclusão e informa ao usuário.

Alterar Procedimento Medição: O sistema lista em ordem alfabética as descrições de procedimentos de medição cadastradas para que o usuário possa alterá-las. O sistema valida se teve alteração, solicita confirmação, executa a alteração e informa ao usuário.

Incluir Procedimento Análise Medição: O sistema possibilita que o usuário possa preencher a Descrição do Procedimento de Análise de Medição. O sistema valida se a informação foi preenchida, executa a inclusão e informa ao usuário.

Alterar Procedimento Análise Medição: O sistema lista as descrições dos procedimentos de análise de medição existentes em ordem alfabética. O usuário altera a informação desejada. O sistema valida a alteração realizada, solicita confirmação, executa e informa ao usuário.

Associar Objetivo Medição com Definição Operacional Medida: O sistema apresenta os Objetivos de Medição armazenados em ordem alfabética, conforme apresentado na figura 5.6. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta as ocorrências de Definição Operacional de Medida ordenadas por Definição Operacional Medida, Mnemônico e Momento de Medição, indicando as que já estão associadas ao Objetivo de Medição selecionado. O sistema possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque as já existentes. O usuário solicita o registro da associação e o sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.



Objetivos de medição				
	Nome ↕	Descrição ↕	Tipo ↕	
<input type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/>	Objetivo1	Objetivo1	TipoObjetivoMe...	

Figura 5.6 – Associar Objetivo Medição com Definição Operacional.

Incluir Tipo de Modelo de Desempenho de Processo: O sistema possibilita que o usuário possa incluir os Tipos de Modelos de Desempenho de Processo. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para o mesmo tipo de modelo de desempenho de processo. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início.

Caso não existe, o sistema solicita confirmação da inclusão, executa e informa ao usuário.

Incluir Modelo de Desempenho de Processo: O sistema possibilita que o usuário possa incluir a descrição do modelo de desempenho e o tipo de modelo referente. O sistema disponibiliza uma lista para que o tipo de modelo possa ser selecionado. O sistema verifica se já existe uma ocorrência com a mesma descrição e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso contrário, o sistema solicita confirmação da inclusão, executa e informa ao usuário.

Associar Definição Operacional Medida com Modelo de Desempenho de Processo: O sistema apresenta as ocorrências de Definição Operacional de Medidas armazenadas em ordem alfabética. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta os Modelos de Desempenho de Processo e Tipo de Modelo de Desempenho de Processo armazenado indicando os que já estão associados à definição operacional de medida selecionada. O sistema possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque as já existentes. O usuário solicita o registro da associação. O sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.

5.4.3 Manter Entidade Mensurável

O usuário ao selecionar a opção Manter Entidade Mensurável no menu principal da aplicação. O sistema apresenta a relação de funcionalidades disponíveis:

Incluir Entidade Mensurável: O sistema possibilita que o usuário possa preencher a Nome e Tipo da Entidade Mensurável. O sistema possibilita consultar os Tipos de Entidades Mensuráveis previamente armazenados para que o usuário possa escolher uma das ocorrências. O usuário preenche as informações conforme apresentado na figura 5.7 e solicita o registro da Entidade Mensurável. O sistema valida o preenchimento das informações e verifica se já existe a Entidade Mensurável cadastrada. Caso exista, o sistema informa a duplicidade ao usuário, não executa a inclusão e aguarda uma ação para continuar. Caso contrário, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

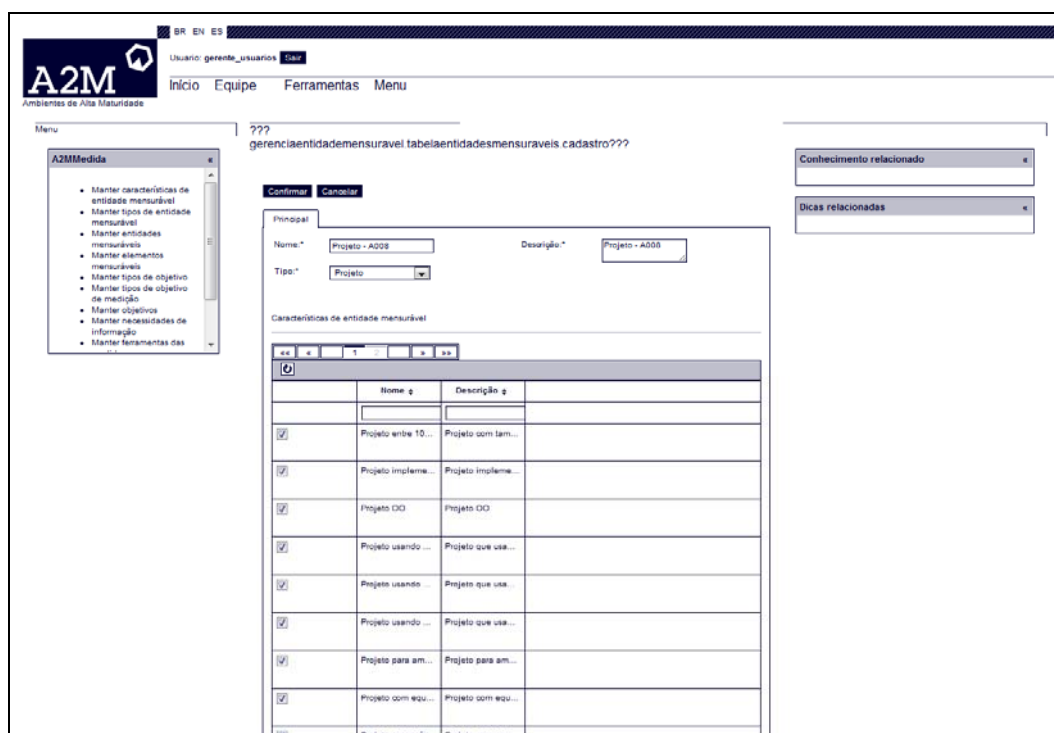


Figura 5.7 – Incluir Entidade Mensurável e Associar Entidade Mensurável com Característica de Entidade Mensurável.

Incluir Tipo Entidade Mensurável: O sistema possibilita que o usuário possa incluir Tipos de Entidades Mensuráveis. O sistema verifica se já existe uma ocorrência como o mesmo tipo de entidade mensurável. Caso exista, o sistema avisa ao usuário e retorna ao início. Caso contrário, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

Incluir Característica Entidade Mensurável: O sistema possibilita que o usuário possa incluir Características de Entidades Mensuráveis. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para a mesma característica e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso contrário, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

Associar Tipo Entidade Mensurável com Elemento Mensurável: O sistema apresenta os Tipos de Entidades Mensuráveis cadastrados em ordem alfabética. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta os Elementos Mensuráveis armazenados em ordem alfabética, indicando os que já estão associadas ao Tipo de Entidade Mensurável selecionado conforme apresentado na figura 5.8. O sistema possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque as já existentes. O usuário solicita a gravação da associação e o sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.

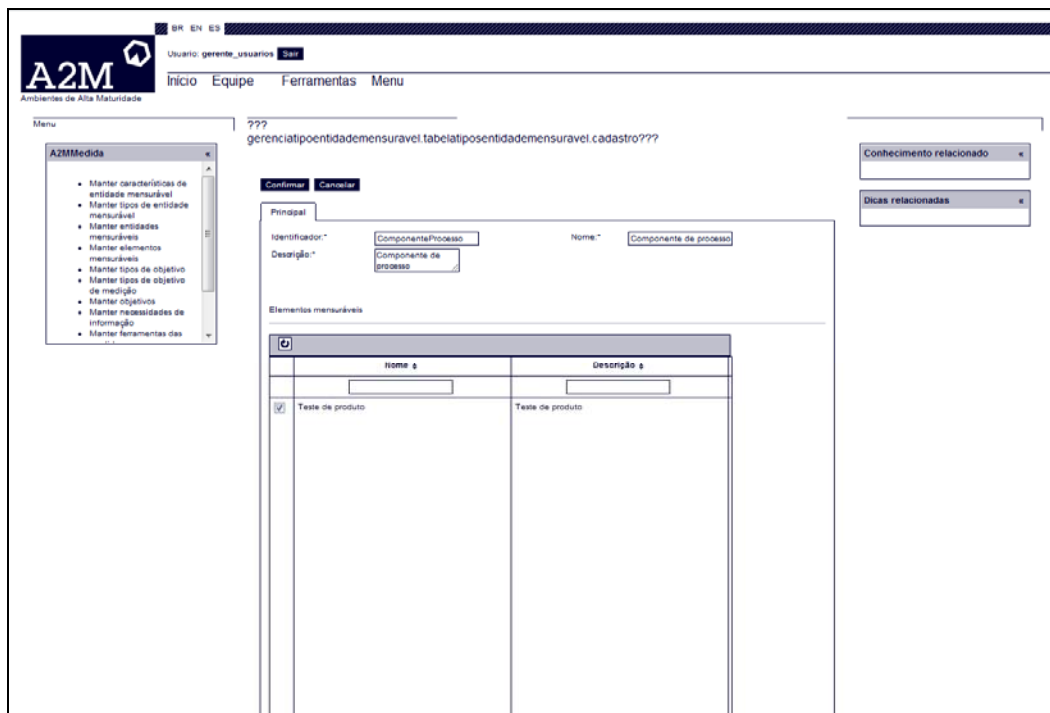


Figura 5.8 – Associar Tipo Entidade Mensurável com Elemento Mensurável.

Incluir Elemento Mensurável: O sistema possibilita que o usuário possa incluir Elementos Mensuráveis. O sistema verifica se já existe uma ocorrência para o mesmo Elemento Mensurável e caso exista, avisa ao usuário e retorna ao início. Caso contrário, o sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

Associar Entidade Mensurável com Característica de Entidade Mensurável: O sistema apresenta as Entidades Mensuráveis armazenadas em ordem alfabética. O usuário seleciona uma ocorrência e o sistema apresenta as Características cadastradas em ordem alfabética, indicando as que já estão associadas à Entidade Mensurável selecionada, conforme apresentado na figura 5.7. O sistema possibilita que o usuário marque novas associações ou desmarque as já existentes. O usuário solicita a efetivação da associação. O sistema solicita confirmação, executa a associação e informa ao usuário.

5.4.4 Manter Medição

O usuário ao selecionar a opção Manter Medição no menu principal da aplicação, o sistema apresenta a relação de funções a seguir:

Incluir Medição: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem a Medição conforme apresentado na figura 5.9 e descrito na

Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para cada uma das informações componentes da medição que estão previamente armazenadas, o sistema disponibiliza uma lista de consulta para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O sistema possibilita que o usuário não escolha uma informação de Contexto de Medição previamente armazenada e preencha uma específica para a medição que está sendo incluída. Neste caso, o sistema deve atualizar o cadastro de Contexto de Medição com a nova informação. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita o registro da ocorrência. O sistema valida o preenchimento das informações, efetiva o registro da ocorrência e informa ao usuário.

The screenshot shows the A2M web application interface. The header includes the logo 'A2M Ambientes de Alta Maturidade' and navigation links: 'Inicio', 'Equipe', 'Ferramentas', 'Menu'. The user is logged in as 'gerente_usuarios'. The main content area is titled 'gerenciamedicao.labelamedicoes.cadastro???' and contains a form for adding a measurement. The form has two 'Confirmar' and 'Cancelar' buttons. The form fields are:

- Data: 01/Febrero/11
- Resultado: 0,45
- Definição operacional da medida: Realizar Testes de
- Contexto: Primeiro ciclo de te
- Responsável: Realizar Testes de
- Entidade mensurável: Projeto - A008
- Momento real da medição: Realizar Testes de
- Elemento mensurável: Teste de produto

On the left, there is a menu for 'A2MMedida' with options like 'Manter características de entidade mensurável', 'Manter tipos de entidade mensurável', etc. On the right, there are sections for 'Conhecimento relacionado' and 'Dicas relacionadas'.

Figura5.9–Incluir Medições.

Incluir Contexto Medição: O sistema possibilita que o usuário possa incluir a informação de Contexto de Medição. O sistema executa a inclusão e informa ao usuário.

Alterar/Excluir Medição: O sistema possibilita que o usuário possa selecionar: Mnemônico Medida; Entidade Mensurável e Momento Real de Medição (Entidade Mensurável com tipo igual a Componente de Processo). O sistema recupera as medições que atendam à composição das seleções e apresenta as informações das medições recuperadas: Data de Medição; PapelRecursoHumano; ContextoMedição; Elemento Mensurável; Definição Operacional Medida e Resultado Medição conforme apresentado na figura 5.9. O usuário pode alterar as informações apresentadas ou excluir a ocorrência de medição. Caso o usuário tenha alterado alguma informação o sistema valida a alteração realizada e solicita preenchimento caso alguma não tenha sido preenchida ou solicita confirmação da alteração. Caso o usuário tenha alterado a informação de ContextoMedição o sistema deve atualizar o cadastro de Contexto Medição com a nova informação. Caso o usuário tenha selecionado exclusão, o sistema

solicita comprovação da exclusão. O sistema executa a alteração / exclusão e informa ao usuário.

5.4.5 Manter Análise e Comportamento de Processo

O usuário ao selecionar a opção Manter Análise e Comportamento de Processo no menu principal da aplicação. O sistema apresenta a relação de funções disponíveis:

Incluir Análise de Medição e Associação com Medições: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem a Análise da Medição conforme apresentado na figura 5.10 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para cada uma das informações que estão previamente armazenadas, o sistema disponibiliza uma lista de consulta para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O sistema disponibiliza as medições armazenadas para a mesma combinação de Mnemônico Medida, Entidade Mensurável, Momento Real de Medição (Entidade Mensurável com tipo igual a Componente de Processo) e Data de Medição entre Data Inicial de Análise de Medição e Data Final de Análise de Medição. O usuário seleciona as medições a serem associadas à Análise da Medição. O sistema valida o preenchimento das informações, executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

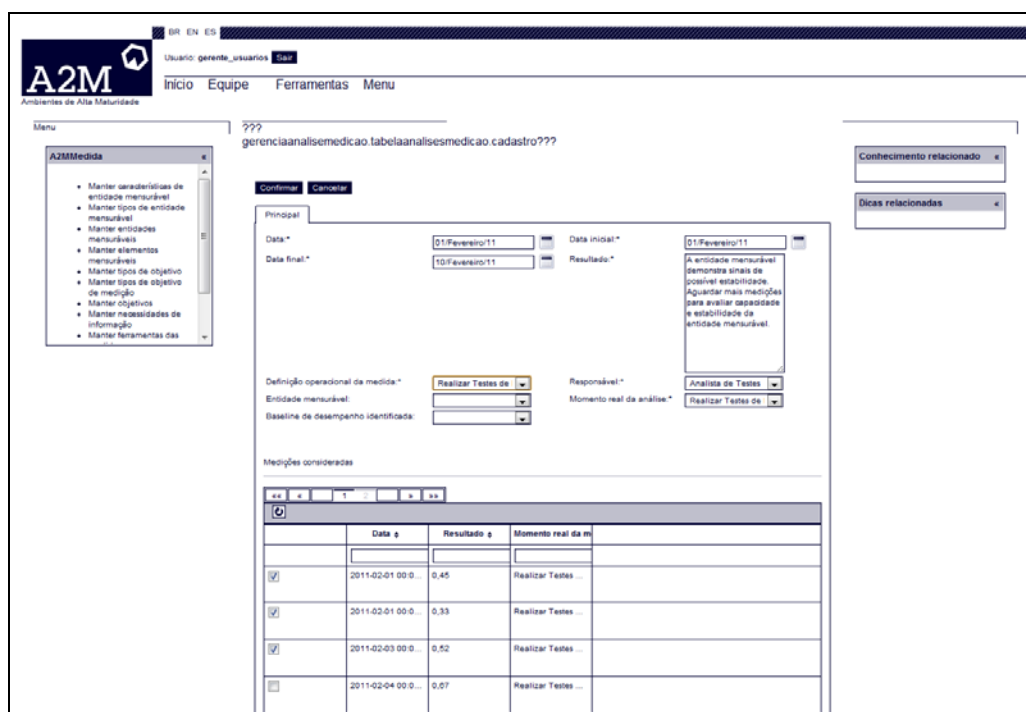


Figura 5.10 – Incluir Análise de Medição e Associação com Medições.

Incluir *Baseline* Desempenho de Processo: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem uma ocorrência de *Baseline* de Desempenho de Processo conforme apresentado na figura 5.11 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para cada uma das informações que estão previamente armazenadas, o sistema disponibiliza uma lista de consulta para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita a inclusão da ocorrência. O sistema valida o preenchimento das informações, executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

The screenshot shows the A2M system interface. The main form area contains the following fields and values:

- Nome:** Primeira Baseline
- Descrição:** Primeira baseline gerada para para a entidade mensurável em questão
- Data:** 18/Fevereiro/11
- Limite inferior:** 0,232
- Limite superior:** 0,848
- Limite base:** 0,540
- Contexto:** Primeira baseline gerada para para a entidade mensurável em questão

At the bottom, there is a table titled "Definições operacionais da medida":

	Nome	Medida	Momento de mediç
<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	QDTP ao realiza...	DDTP	Realizar Testes ...

Figura5.11 – Incluir *Baseline* de Desempenho de Processo.

Incluir Desempenho de Processo Especificado: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem o Desempenho de Processo Especificado conforme apresentado na figura 5.12 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para cada uma das informações que estão previamente armazenadas, o sistema disponibiliza uma lista de consulta para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita a inclusão da ocorrência. O sistema valida o preenchimento das informações, executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

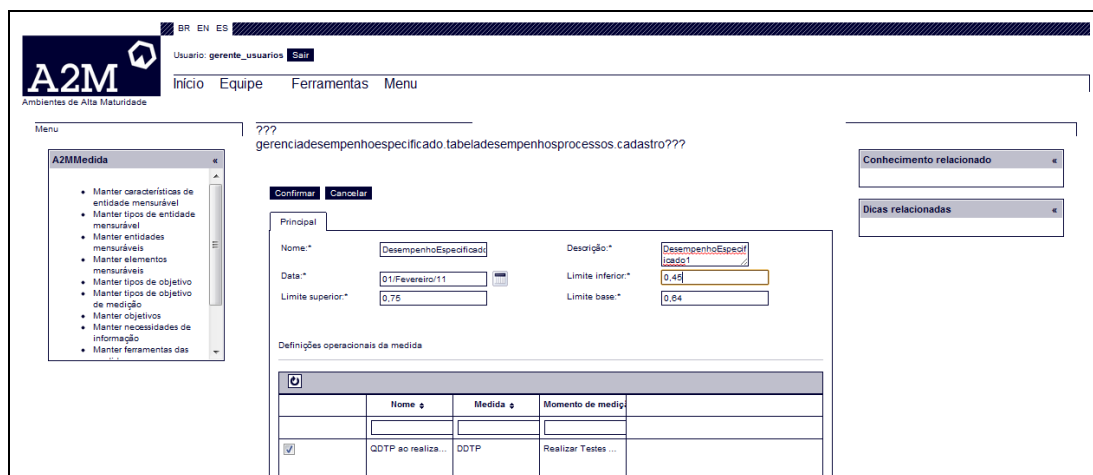


Figura5.12 – Incluir Desempenho de Processo Especificado.

Incluir Comportamento de Componente de Processo: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem o Comportamento do Componente de Processo conforme apresentado na figura 5.13 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para cada uma das informações que estão previamente armazenadas, o sistema disponibiliza uma lista de consulta para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita a inclusão da ocorrência. O sistema valida o preenchimento das informações, executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

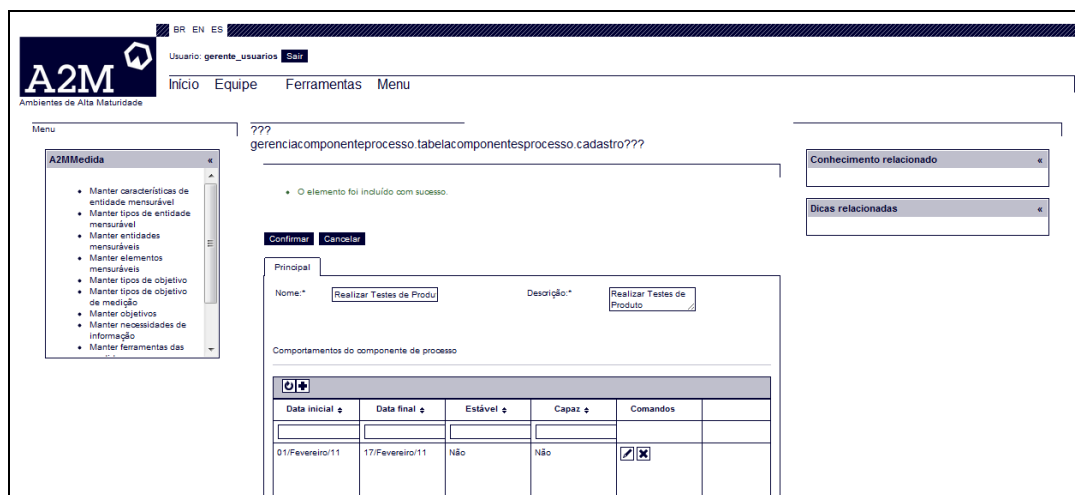


Figura5.13 – Incluir Comportamento Componente de Processo.

Incluir Capacidade de Processo: O sistema possibilita que o usuário possa preencher as informações que compõem a Capacidade de Processo conforme apresentado na figura 5.14 e descrito na Tabela 1.1 - Entidades e atributos do Anexo IV. Para cada uma das informações que estão previamente armazenadas, o sistema

disponibiliza uma lista de consulta para que o usuário possa selecionar uma das ocorrências. O usuário preenche/seleciona todas as informações e solicita a inclusão da ocorrência. O sistema valida o preenchimento das informações, executa a inclusão da ocorrência e informa ao usuário.

777 gerenciaopacidade tabelapacidades cadastro777

Nome* Capacidade2 Data* 18/Febrero/11

Descrição* O processo apresenta desempenho abaixo de atender aos requisitos para planta.

Nome	Medida	Momento de medida
QDTP ao realiza... QDTP		Realizar Teste...

	Nome	Data	Limite inferior	Limite superior	Limite base
<input checked="" type="checkbox"/>	Primeira Baseline	2011-02-18 00:0...	0.23	0.85	0.54

	Nome	Data	Limite inferior	Limite superior	Limite base
<input type="checkbox"/>	DesempenhoEspecificado2	2011-03-13 00:0...	0.37	0.71	0.6
<input checked="" type="checkbox"/>	DesempenhoEspecificado1	2011-02-01 00:0...	0.45	0.75	0.64

	Nome	Data	Baseline	Desempenho especifica	Comandos
	Capacidade1	01/Febrero/11			
	Capacidade2	18/Febrero/11	Primeira Baseline	QDTP ao realizar test...	

Figura5.14– Incluir Capacidade de Processo.

5.4.6 Extrair Dados de Medição.

Quando o usuário seleciona a opção *Extrair Dados de Medição* no menu principal da aplicação, o sistema disponibiliza listas de seleção para que o usuário possa selecionar Mnemônica Medida; Entidade Mensurável e Momento Real de Medição (Entidade Mensurável com tipo igual a Componente de Processo) nas respectivas áreas de seleção, conforme apresentado na figura 5.15. A informação de EntidadeMensurável é opcional, não sendo obrigatório seu preenchimento.

O sistema disponibiliza uma lista com todas as características de entidades mensuráveis armazenadas para que o usuário informe quais características devam ser consideradas para selecionar as medições das Entidades Mensuráveis que possuem tal conjunto de características. Caso o usuário informe uma Entidade Mensurável o sistema recupera automaticamente as características associada à EntidadeMensurável informada.

O sistema possibilita que o usuário informe um intervalo inicial e final de Data de Medição. Caso o usuário não selecione um intervalo de data, o sistema recupera as Medições correspondentes às seleções realizadas sem levar em consideração o intervalo de datas. A massa de dados utilizada nas funções anteriores foi utilizada na função de extração.

O sistema recupera as informações armazenadas referentes à Medição, Características de Entidades Mensuráveis, Análise das Medições, *Baseline* de Desempenho de Processo, Desempenho de Processo Especificado, Comportamento de Componente de Processo, Capacidade de Processo e Definição Operacional de Medida em conformidade com as informações fornecidas pelo usuário.

O sistema ordena as ocorrências de medições por ordem de Data de Medição e Código de Medição de forma crescente.

O sistema ordena as ocorrências de *Baselines* de Desempenho de Processo em ordem crescente de Data da *Baseline* de Desempenho de Processo e Código da *Baseline* de Desempenho de Processo.

O sistema ordena as ocorrências de Características de Entidade Mensurável por ordem crescentes de Código da Característica da Entidade Mensurável.

BR EN ES

A2M
Ambientes de Alta Maturidade

Usuário: gerente_usuarios **Sar**

Início Equipe Ferramentas Menu

Menu

A2MMedida

- Manter características de entidade mensurável
- Manter tipos de entidade mensurável
- Manter entidades mensuráveis
- Manter elementos mensuráveis
- Manter tipos de objetivo de medição
- Manter objetivos
- Manter necessidades de informação
- Manter ferramentas das

Exportar análise de medição para arquivo excel.

Exportar

Data inicial para as medições consideradas: 01/Fevereiro/11

Data final para as medições consideradas: 06/Abril/11

Definições operacionais da medida

	Nome	Medida	Momento da medição
<input checked="" type="checkbox"/>	QDTP ao realizar teste de produto	QDTP	Realizar Testes de Produto

Conhecimento relacionado

Dicas relacionadas

Entidades mensuráveis

	Nome	Tipo
<input type="checkbox"/>	Projeto - A008	Projeto
<input type="checkbox"/>	Projeto - A010	Projeto
<input type="checkbox"/>	Projeto - A006	Projeto
<input type="checkbox"/>	Projeto - A007	Projeto
<input type="checkbox"/>	Realizar Testes de Produto	Componente de processo
<input type="checkbox"/>	Execução dos projetos e nas reuniões de medição	Componente de processo
<input type="checkbox"/>	Projeto - A001	Projeto
<input type="checkbox"/>	Projeto - A002	Projeto
<input type="checkbox"/>	Projeto - A003	Projeto
<input type="checkbox"/>	Projeto - A004	Projeto

Características da entidade mensurável selecionada

	Nome	Descrição
<input checked="" type="checkbox"/>	Projeto entre 100 e 300 FP	Projeto com tamanho entre 100 e 300 pontos de f...
<input checked="" type="checkbox"/>	Projeto implementado em JAVA	Projeto implementado em JAVA
<input type="checkbox"/>	Projeto OO	Projeto OO

Figura5.15 – Extrair Dados de Medição.

O sistema ordena as ocorrências de Análise de Medições em ordem crescente de Data de Análise da Medição e Código da Análise da Medição.

O sistema ordena as ocorrências de Desempenho de Processo Especificado por ordem de crescente de Data de Desempenho de Processo Especificado e Código de Desempenho de Processo Especificado.

O sistema ordena as ocorrências de Comportamento de Componente de Processo em ordem crescente de Data de Comportamento de Componente de Processo e Código do Comportamento do Componente de Processo.

O sistema ordena as ocorrências de Capacidade de Processo em ordem crescente de Data da Capacidade do Processo e do Código da Capacidade do Processo.

O sistema ordena as ocorrências de Definição Operacional de Medidas recuperadas em ordem crescente de Definição Operacional da Medida.

O sistema exporta os dados para um arquivo no formato de planilha Excel e retorna ao menu inicial, deixando o arquivo aberto para que o usuário possa guardá-lo em local desejado.

As abas do arquivo Excel, figura 5.16, são carregadas com informações do repositório de medidas pela aplicação de extrair dados de medição. Algumas das abas centralizam informações de outras abas com objetivo de facilitar a análise

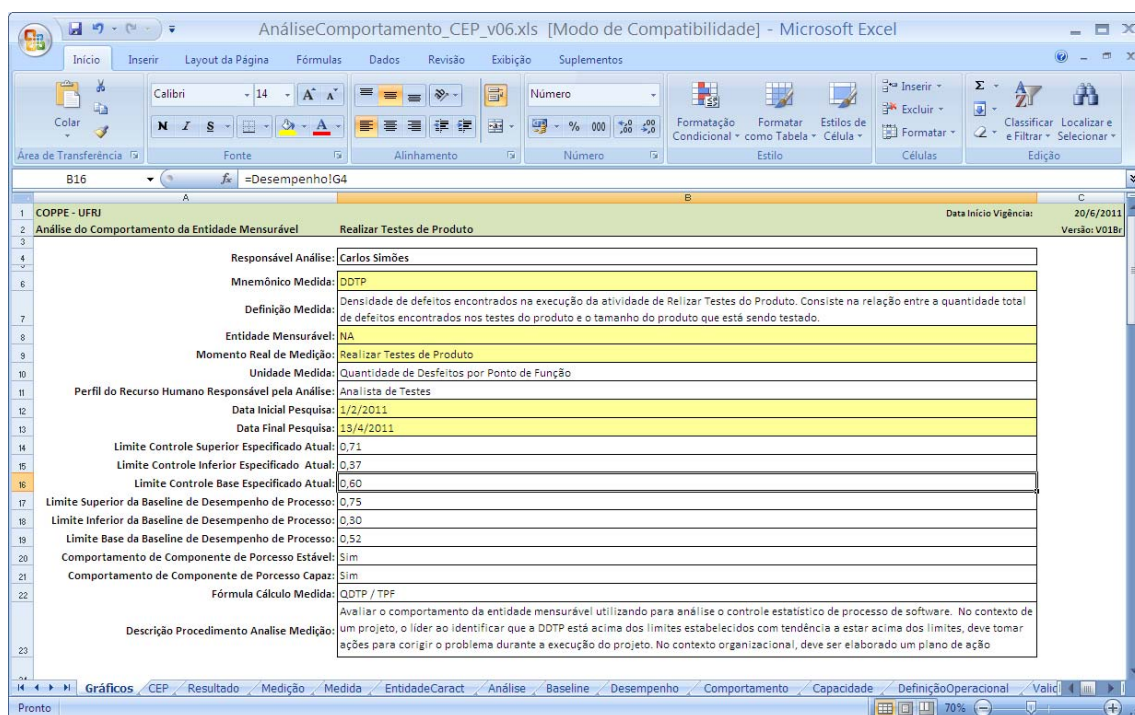


Figura 5.16- Análise do Comportamento da Entidade Mensurável Realizar Testes de Produto.

As seguintes abas foram implementadas no arquivo Excel para receber os dados extraídos:

- **Gráficos** - Contém os gráficos definidos. Os dados armazenados no repositório e extraídos para o arquivo Excel podem ser usados para gerar gráficos de controle, como por exemplo: X-bar R, X-bar S, XmR, XMmR, mXmR, mAmR, C-chart, U-chart e Z-chart (FLORAC e CARLETON, 1999; WELLER, 2000);
- **CEP** - Realiza os cálculos para aplicação do controle estatístico de processo;
- **Resultado** - Centraliza os dados necessários para os cálculos;
- **Medição** - Recebe os dados de medição extraídos conforme os parâmetros de entrada. Nesta aba, figura 5.17, o usuário deverá analisar as medições extraídas e decidir quais medições devem ser consideradas na elaboração dos gráficos. Além disto, o usuário registra para as medições, a partir da análise dos dados carregados nas abas *Baseline* e *Desempenho*, quais as *baselines* de desempenho de processo e quais os desempenhos de processo especificados devem ser considerados para a elaboração dos gráficos.

Considerar S/N	Codigo Baseline Desempenho Processo	Codigo Desempenho de Processo Especificado	Data Medição	Codigo Medição	Mnemônico Medida	Entidade Mensurável	Momento Real Medição	Elemento Mensurável	Resultado Medição	Contexto Medição
Sim		1	01/02/11	1	DDTP	Projeto - A008	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,45	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	01/02/11	2	DDTP	Projeto - A010	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,33	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	03/02/11	3	DDTP	Projeto - A006	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,52	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Não		1	04/02/11	4	DDTP	Projeto - A006	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,67	A medição foi realizada para o segundo ciclo de testes
Sim		1	04/02/11	5	DDTP	Projeto - A007	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,64	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	04/02/11	6	DDTP	Projeto - A004	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,31	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	06/02/11	7	DDTP	Projeto - A009	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,52	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	07/02/11	8	DDTP	Projeto - A001	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,79	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Não		1	07/02/11	9	DDTP	Projeto - A006	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,08	A medição foi realizada para o terceiro ciclo de testes
Sim		1	08/02/11	10	DDTP	Projeto - A002	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,75	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	09/02/11	11	DDTP	Projeto - A003	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,35	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	09/02/11	12	DDTP	Projeto - A011	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,46	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	11/02/11	13	DDTP	Projeto - A012	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,79	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Não		1	12/02/11	14	DDTP	Projeto - A005	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,18	A medição foi realizada para o segundo ciclo de testes
Sim		1	16/02/11	15	DDTP	Projeto - A013	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,47	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	16/02/11	16	DDTP	Projeto - A014	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,32	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes
Sim		1	16/02/11	17	DDTP	Projeto - A005	Realizar Testes de Produto	Testes de Produto	0,67	A medição foi realizada para o primeiro ciclo de testes

Figura5.17- Medições realizadas para o conjunto de informações selecionadas.

- **Medida** - Apresenta informações sobre a medida selecionada, conforme apresentado na figura 5.18;

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'AnáliseComportamento_CEP_v06.xls'. The active sheet is 'Medida'. The table contains the following data:

Medida e Entidade Mensurável Analisada	
Entidade Mensurável Analisada:	Realizar Testes de Produto
Mnemônico Medida:	DDTP
Nome Medida:	Densidade de defeitos de Testes do Produto
Definição Medida:	Densidade de defeitos encontrados na execução da atividade de Realizar Testes do Produto. Consiste na relação entre a quantidade total de defeitos encontrados nos testes do produto e o tamanho do produto que está sendo testado.
Tipo Medida:	Derivada
Unidade Medida:	Quantidade de Defeitos por Ponto de Função
Fórmula Cálculo Medida:	QDTP / TPF
Valor Escala:	Escala Tara
Tipo Escala:	Valores numéricos contínuos com precisão de duas casas decimais
Definição Operacional da Medida:	Será contado o número de defeitos encontrados nas atividades de Testar Produto, normalizando pelo Tamanho do Produto. Quando o valor estiver acima do valor limite superior uma ação deve ser criada para identificar e corrigir o problema que causou o desvio.
Descrição do Procedimento de Análise da Medição:	Atualizar o comportamento da entidade mensurável utilizando para análise o controle estatístico de processo de software. No contexto de um projeto, o líder ao identificar que a DDTP está acima dos limites estabelecidos com tendência a estar acima dos limites, deve tomar ações para corrigir o problema durante a execução do projeto. No contexto organizacional, deve ser elaborado um plano de ação organizacional para que os objetivos de medição esperados seja alcançados.
Descrição do Procedimento de Medição:	A quantidade de defeitos é coletada a partir da Ferramenta de registro de defeito, conforme procedimento de execução dos testes da organização. O analista de testes realiza a contagem do tamanho do produto que está sendo testado.
Perfil do Recurso Humano Responsável pela Análise:	Analista de Testes
Momento da Análise da Medição:	Durante a execução dos projetos e na preparação das reuniões de medição
Momento da Medição:	Ao final de execução da atividade de Realizar testes de produto
Periodicidade da Análise da Medição:	No monitoramento dos projetos e nas reuniões de medição

Figura 5.18– Medida e Entidade Mensurável analisada.

- **EntidadeCaract** - Recebe os dados de caracterização da Entidade Mensurável que se deseja analisar;
- **Análise** - Recebe os dados das análises que foram realizadas anteriormente para a mesma combinação de medida e entidade mensurável (Momento real de medição / componente de processo);
- **Baseline** - Recebe os dados das *Baselines* que foram definidas anteriormente para a mesma combinação de medida e entidade mensurável (Momento real de medição, entidade mensurável com tipo de entidade mensurável igual a componente de processo);
- **Desempenho** - Recebe os dados dos desempenhos de processo especificado que foram analisados anteriormente para a mesma combinação de medida e entidade mensurável (Momento real de medição, entidade mensurável com tipo de entidade mensurável igual a componente de processo);

- **Comportamento** - Recebe os dados dos comportamentos de componente de processo que foram analisados anteriormente para a mesma combinação de medida e entidade mensurável (Momento real de medição, entidade mensurável com tipo de entidade mensurável igual a componente de processo);
- **Capacidade** - Recebe os dados dos registros de capacidade de processo que foram analisadas anteriormente para a mesma combinação de medida e entidade mensurável (Momento real de medição, entidade mensurável com tipo de entidade mensurável igual a componente de processo);
- **Definição Operacional** - Recebe os dados das associações entre Definição Operacional de Medida e Modelo de Desempenho de Processo, figura 5.19, que foram definidas para a mesma combinação de Mnemônico Medida e Momento de medição (Entidade mensurável com tipo de entidade mensurável igual a componente de processo).

Definição Operacional da Medida e Modelo de Desempenho de Processo		
Definição Operacional da Medida	Descrição Modelo de Desempenho de Processo	Tipo de Modelo de Desempenho de Processo
Será contado o número de defeitos encontrados nas atividades de Testar Produto, normalizando pelo Tamanho do Produto. Quando o valor estiver acima do valor limite superior uma ação deve ser criada para identificar e corrigir o problema que causou o desvio.	A estabilização de um processo depende da eliminação de suas causas especiais, ou seja, das causas das variações não aceitáveis para o comportamento do processo. A remoção das causas especiais busca estabilizar a variabilidade do processo e prover melhoria ao seu desempenho. Quando todas as variações no comportamento de um processo são aceitáveis, isto é, quando não há causas especiais, o processo é dito estar sob controle estatístico. Um processo é considerado estável se o mesmo é repetível. A estabilidade permite prever o desempenho do processo em execuções futuras e com isso apoia a elaboração de planos que sejam alcançáveis. Por outro lado, um processo é capaz se ele, além de ser estável, alcança os objetivos e metas da organização e do cliente. A partir do momento que um processo torna-se estável, uma baseline que caracteriza o comportamento atual do processo pode ser definida.	Modelo Preditivo - Controle Estatístico de Processo

Figura 5.19– Definição operacional da medida selecionada.

A partir da análise das informações existentes nas diversas abas do arquivo Excel o usuário poderá analisar o comportamento do processo em relação à medida previamente selecionada e atualizar no repositório de medidas, com o apoio das funções implementadas, as informações sobre o comportamento do processo analisado.

5.5 Considerações Finais

O próximo capítulo apresenta as conclusões deste trabalho, as contribuições desta dissertação, suas limitações e perspectivas futuras.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as considerações finais desta dissertação, suas contribuições, suas limitações e as perspectivas futuras para a sua evolução.

6.1 Considerações Finais

Esta dissertação apresentou a importância de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico para apoiar organizações que almejam alcançar a alta maturidade de seus processos de desenvolvimento de software. A implementação do repositório de medidas resulta em diversos benefícios para a organização quando implementado adequadamente. Após a revisão da literatura, constatou-se: (1) a escassez de abordagens de definição dos requisitos necessários a um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software; (2) a ausência de ferramental disponível.

Neste contexto, a abordagem desta dissertação foi proposta com o objetivo de auxiliar as organizações que almejam alcançar a alta maturidade de seus processos de software, na implementação de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software. Para isto, a abordagem utiliza conceitos da tese de BARCELLOS (2009) e da dissertação de FOURO (2002), além de informações obtidas da revisão da literatura visando maximizar a qualidade das informações coletadas sobre os problemas.

Para embasar a elaboração da abordagem, a revisão da literatura abrangeu duas questões: (1) Os principais requisitos para a definição e uso de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software; (2) Os principais atributos que definem uma medida. Um estudo baseado em revisão sistemática e revisão informal foi conduzido a fim de responder às questões estabelecidas. A partir destes dados, a abordagem foi definida e todas as atividades necessárias para sua execução foram elaboradas.

6.2 Contribuições

As principais contribuições desta dissertação são:

- A revisão sistemática que possibilitou identificar os principais requisitos para definição de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software e os atributos que definem uma medida;
- Definição dos requisitos necessários a um repositório de medidas adequado às organizações de alta maturidade em processos de software;
- Elaboração dos modelos conceituais do repositório de medidas;
- Implementação física do repositório em um sistema de gerência de banco de dados;
- Desenvolvimento da ferramenta para apoiar manutenção dos dados no repositório de medidas.

6.3 Limitações

A principal limitação deste trabalho é o fato de não ter sido atendido o requisito funcional RF-09 Permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas. Por conseqüência, não foi implementado o caso de uso UC-07 Importar Dados de Medição. O motivo de não ter sido feito foi a grande diversidade de ferramentas que podem ser usadas nas organizações com o objetivo de fornecer dados para carga do repositório de medidas.

6.4 Perspectivas Futuras

A partir dos resultados desta dissertação, foram identificadas oportunidades para trabalhos futuros:

- Implementar interfaces com ferramentas de mercado, como por exemplo: *MS Project*, *Entreprise Architect*, *Minitab*, *Redmine* e *Jira*, para a importação e exportação automática de dados no repositório de medidas;
- Definir e implementar outros gráficos de controle a serem utilizados nas análises de comportamento de processo em adição aos apresentados nesta dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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
- BASS, L., BELADY, L., BROWN, A., FREEMAN, P., ISENSEE, S., KAZMAN, R., KRASNER, H., MUSA, J., PFLEEGER, S., VREDENBURG, K., WASSERMAN, T., 1999, Constructing Superior Software, Software Quality Institute Series, Macmillan Technical Publishing.
- BATISTA, G. de F., Programa de Medição para Organizações de Alta Maturidade, [Campinas, SP] [s.n.], 2005, Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.
- BARCELLOS, M. P., Uma Estratégia para Medição de Software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle Estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009. XIV, 419 p.: il; 29,7 cm.
- BIEHL, R.E.”,Six sigma for software”, 2004 IEEE Software 21 (2), pp. 68-70 12
- BOFFOLI, N., "Non-intrusive monitoring of software quality," Software Maintenance and Reengineering, 2006. CSMR 2006. Proceedings of the 10th European Conference on , vol., no., pp.4 pp.-322, 22-24 March 2006
- BOFFOLI, N., BRUNO, G., CAIVANO, D., MASTELLONI, G., 2008, "Statistical process control for software: A systematic approach", ESEM'08: Proceedings of the 2008 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, p 327-329, 2008
- BORIA, J. L., 2007, What’s Wrong With My Level 4?, Comunicação Pessoal.
- CAIVANO, D., 2005, "Continuous software process improvement through statistical process control", Proceedings of the European Conference on Software Maintenance

- and Reengineering, CSMR, p 288-293, 2005, Proceedings of the European Conference on Software Maintenance and Reengineering, CSMR 2005
- CMMI® for Development (CMMI-DEV), V1.2, CMU/SEI-2006-TR-008, SEI - Software Engineering Institute. Disponível em: <http://www.sei.cmu.edu/>. Acessado em: abril/2010.
- DE LUCIA, ANDREA; POMPELLA, EUGENIO; STEFANUCCI, SILVIO, “Assessing the maintenance processes of a software organization: An empirical analysis of a large industrial project”, Journal of Systems and Software, v 65, n 2, p 87-103, February 15, 2003
- DEMARCO, T. Controlling software projects, Yourdon Press Prentice-Hall, 1982.
- DOWELL, M.L., STEPHENS, L.M., BONNELL, R.D., “Using a Domain Knowledge Ontology as a Semantic Gateway among Databases”, In: Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI, Montreal, Canadá, 1995. (acessado através do site <http://books.google.com.br>)
- EICKELMANN, N., ANANT, A., 2003, "Statistical process control: what you don't measure can hurt you!", Software, IEEE , vol.20, no.2, pp. 49- 51, Mar/Apr 2003
- ESTOLANO, MARIO HENRIQUE DA ROCHA Base de Métricas para a Estação TABA [Rio de Janeiro] 2005 - VIII, 125 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia de Sistemas e Computação, 2005) Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE
- FLORAC, W. A., CARLETON, A. D., BARNARD, J. R., 2000, "Statistical process control: analyzing a space shuttle onboard software process", IEEE Software, v 17, n 4, p 97-106, July/August 2000
- FLORAC, W. A., CARLETON, A. D., 1999, “Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement”, Addison Wesley.
- FOURO, A. M. M., Apoio à Construção de Bases de Dados de Pesquisa em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Domínio [Rio de Janeiro] 2002 xi, 157p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia de Sistemas, 2002)

HAOHUA, Z., HAI, Z., WEI, C., MING, Z., GUILAN, L., "A metrics suite for static structure of large-scale software based on complex networks", Source: Proceedings - 2008 4th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IIH-MSP 2008, p 512-515, 2008, Proceedings - 2008 4th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IIH-MSP 2008

IEEE, 1998, Std 1061 – IEEE Standard for a Software Quality Metrics Methodology.

ISO/IEC 15939:2001, Software Engineering – Software Measurement Process, ISO/IEC JTC1 SC7, 2001.

ISO/IEC, 2008, The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 12207: Information technology – Software life cycle processes, Geneva: ISO, 2008

ISO/IEC, 2003, ISO/IEC 15504-2 - Information Technology – Software Process Assessment, International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland.

KAUR, A., SANDHU, P.S., BRA, A.S., "Early Software Fault Prediction Using Real Time Defect Data", Machine Vision, 2009. ICMV '09. Second International Conference on , vol., no., pp.242-245, 28-30 Dec. 2009

KITCHENHAM, B., KUTAY, C., JEFFERY, R., CONNAUGHTON, C., 2006, "Lessons learnt from the analysis of large-scale corporate databases," 2006 Proceedings - International Conference on Software Engineering 2006, pp. 439-444

KITCHENHAM, B.A., PICKARD, L.M., MACDONELL, S.G., SHEPPERD, M.J., 2001, "What accuracy statistics really measure [software estimation]", Software, IEE Proceedings - , vol.148, no.3, pp.81-85, Jun 2001

KOMURO, M., 2006, "Experiences of Applying SPC Techniques to Software Development", Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering - ICSE'06, pp. 577-584.

- McGARRY, J., CARD, D., JONES, C., LAYMAN, B., CLARK, E., DEAN, J., HALL, F., 2002, *Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers*, Addison Wesley, Boston, USA.
- MONTONI, M., 2007, *Uma Abordagem para Condução de Iniciativas de Melhoria de Processos de Software*, Exame de Qualificação, COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- OMAN, 1997, Oman P., Pflieger S.L., *Applying Software Metrics*, Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society.
- PICKARD, L., KITCHENHAM, B., LINKMAN, S.J., 2001, "Using simulated data sets to compare data analysis techniques used for software cost modelling", *Software, IEE Proceedings -* , vol.148, no.6, pp.165-174, Dec 2001
- PUTNAM, L., MYERS, W., 2003, *Five Core Metrics: The Intelligence Behind Successful Software Management*, Dorset House Publishing.
- QIAN-Li Z., Ji GAO, *Applying SPC to autonomic computing. Machine Learning and Cybernetics*, 2004. *Proceedings of 2004 International Conference on* 26-29 Aug. 2004, Hangzhou, China
- ROMEU, L. S., *MIBCIS II – Processo Integrado de Gerenciamento Quantitativo para Melhoria de Processos*, [Porto Alegre] 2008, *Dissertação de Mestrado*, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Informática, Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação.
- RUZHI X., YUNJIAO X., PEIYAO N., YUAN Z., DESHENG L., 2006, "Research on CMMI-based Software Process Metrics", *Computer and Computational Sciences*, 2006. *IMSCCS '06. First International Multi-Symposiums on* , vol.2, no., pp.391-397, 20-24 June 2006
- SARGUT, K.U., DEMIRORS, O., "Utilization of statistical process control (SPC) in emergent software organizations: Pitfalls and suggestions", *2006 Software Quality Journal* 14 (2), pp. 135-157

- SOFTEX, 2009, MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia de Implementação – Parte 2. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr>. Acessado em: abril/2010.
- SOFTEX, 2009b, MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia de Implementação – Parte 6. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr>. Acessado em: abril/2010.
- SOFTEX, 2009a, MPS.BR – Melhoria de Processo do Software Brasileiro – Guia de Geral. Disponível em: <http://www.softex.br/mpsbr>. Acessado em: abril/2010.
- TARHAN, A.; DEMIRÖRS, O., "Investigating suitability of software process and metrics for statistical process control", 2006 Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 4257 LNCS, pp. 88-99
- WANG, Q., Li, M.-S. , "Measurement of software requirement based on SPC ", 2003 Jisuanji Xuebao/Chinese Journal of Computers 26 (10), pp. 1312-1317
- WENJIE, L., MIAO, W., BOSHENG, Z., PENG, L., 2008, "Research on CMMI-based project management environment", 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008, 2008
- WHEELER, D. J., CHAMBERS, D. S., 1992, Understanding Statistical Process Control, 2nd ed., Knoxville - SPC Press.
- WELLER, ED, CARD, DAVID; CURTIS, BILL; RACZYNSKI, BOB, 2008, "Point/Counterpoint, - Applying SPC to Software Development: Where and Why" Software, IEEE , vol.25, no.3, pp.48-51, May-June 2008
- WELLER, E.F., 2000, "Practical applications of statistical process control [in software development projects]", Software, IEEE , vol.17, no.3, pp.48-55, May/Jun 2000
- WILKIE, F.G.; HARMER, T.J., "Tool support for measuring complexity in heterogeneous object-oriented software", Software Maintenance, 2002. Proceedings. International Conference on , vol., no., pp. 152- 161, 2002

VAN SOLINGEN, RINI AND BERGHOUT, EGON. The Goal/Question/Metric Method. A practical guide for quality improvement of software development. McGraw Hill Publishing Company, Maidenhead, UK, 1999.

ZHANG, Y., SHETH, D., "Mining software repositories for model-driven development", Software, IEEE , vol.23, no.1, pp.82-90, Jan.-Feb. 2006

ZHU MINGGUANG, ZHANG HAOHUA, QI WEIYI, MA SHIJUN, WANG CHUANYI, "The Measurement and Evaluation for Large-Scale Object-Oriented Software System", Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS '09. Ninth International Conference on , vol.2, no., pp.70-73, 12-14 Aug. 2009

ANEXO I - ESTUDO BASEADO EM REVISÃO SISTEMÁTICA

Este anexo descreve o estudo revisão baseado em sistemática sobre requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software.

1 Introdução

Visando à identificação das características (ou requisitos) de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software relatadas nos registros da literatura, foi realizado, um estudo baseado em revisão sistemática procurando reduzir o viés de uma revisão informal e, também, permitir que tal pesquisa bibliográfica possa ser atualizada com novas publicações disponibilizadas ao longo do tempo. Segundo MAFRA e TRAVASSOS (2006), a revisão sistemática é o meio pelo qual o pesquisador pode identificar o conhecimento científico existente em uma determinada área, de forma a planejar sua pesquisa, evitando a duplicação de esforços e a repetição de erros passados.

Uma revisão da literatura conduzida sem uma expressão de busca pré-estabelecida pode ser dirigida por interesses pessoais de seus pesquisadores, levando a resultados pouco confiáveis. O desenvolvimento de uma abordagem sistemática de revisão evita a introdução de eventuais vieses da revisão de literatura informal. Sendo que, uma revisão sistemática deve obrigatoriamente conter a expressão de busca executada de forma a permitir que a revisão seja repetida por outros pesquisadores interessados (MAFRA e TRAVASSOS, 2006).

A execução do estudo foi baseada no processo definido em (MONTONI, 2007) e nos conceitos apresentados por SANTOS (2008). O processo de apoio à condução de estudos baseados em revisão sistemática propostos por MONTONI (2007) é composto pelas seguintes atividades:

- **Desenvolver Expressão de Busca (protocolo de pesquisa):** ao ser realizada uma prospecção sucinta sobre o tema de interesse, uma expressão de busca (protocolo de pesquisa) contendo as informações para realizar a coleta de dados

é definida a partir do contexto e do objeto de análise no qual o estudo será realizado. Testes da expressão de busca são realizados com o objetivo de verificar a viabilidade de execução e caso necessário, são realizadas modificações. Esta atividade é finalizada com a avaliação por especialistas da adequabilidade da expressão de busca ao tema da pesquisa e, caso necessário, alterações na expressão de busca são sugeridas.

- **Conduzir a Pesquisa:** nesta atividade, o pesquisador deve executar a pesquisa e extrair os dados para análise com base na expressão de busca. Os dados coletados são, então, armazenados e analisados quantitativa e qualitativamente.
- **Relatar Resultados:** nesta atividade os resultados gerados ao longo da execução do estudo são empacotados, podendo ser publicados em alguma conferência, revista ou biblioteca de trabalhos científicos.

A seguir, é descrito o estudo realizado seguindo as atividades do processo apresentado.

2 Desenvolvimento da Expressão de Busca

A primeira atividade do processo foi executada para desenvolver uma expressão de busca. O objetivo principal foi guiar a revisão da literatura com o propósito de identificar requisitos de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo.

A seguir, é apresentado o contexto do problema que motivou a realização do estudo em questão e a expressão de busca definida.

2.1 Contexto

Segundo as boas práticas da engenharia de software, os dados resultantes da medição da execução dos processos devem ser armazenados seguindo procedimentos de coleta e armazenamento. Os modelos de referência CMMI (SEI, 2006), na área de processo Medição e Análise (MA) e MPS (SOFTEX, 2009) no processo Medição (MED), contemplam definições e requisitos desejados para a execução das atividades de medição e análise no contexto organizacional e de projetos. Organizações que estão iniciando a implantação de um processo de melhoria, conforme descrito no resultado esperado MED3 - Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são

especificados, do processo de Medição do modelo de referência MPS (SOFTEX, 2009), não necessariamente precisão ter um repositório de medidas, porém, o adequado armazenamento dos dados pode ajudar a assegurar que estes estarão disponíveis e acessíveis para uso futuro. Conforme os processos de desenvolvimento de software das organizações evoluem nos níveis de maturidade destes modelos, as informações armazenadas no repositório provenientes da medição de software deixam de ser usadas de forma reativa, isto é comparando o estimado versus o realizado e passam a ter uma utilização voltada para a previsão, isto é, voltada para a avaliação e uso das informações provenientes da análise do desempenho dos processos.

Ao atingir o nível C de maturidade do modelo de referência MPS (SOFTEX, 2009a) uma organização/unidade organizacional tem definidos e implementados seus processos padrão e usa práticas de engenharia de software em seus projetos.

A partir do nível B de maturidade do modelo de referência MPS (SOFTEX, 2009b), com a implementação dos atributos de processo AP 4.1 e AP 4.2, a organização/unidade organizacional passa a ter uma visão quantitativa do desempenho de seus processos no apoio ao alcance dos objetivos de qualidade e de desempenho dos processos. É importante se ter em conta que, ao se implementar os níveis de maturidade anteriores, em especial o processo Medição, já se deve preparar o caminho para a implementação do nível B, através de uma escolha adequada das medidas. Também se deve ter em conta o grande esforço para realizar mudanças radicais nos processos para se poder utilizar a base histórica de medidas na análise da estabilidade dos processos (SOFTEX, 2009b).

Um dos resultados esperados a serem implementados por organizações que almejam atingir o nível B de maturidade do MPS (SOFTEX, 2009b) é o GPR22. Este resultado expressa que, a partir do nível B é estabelecido e mantido o entendimento da variação dos subprocessos escolhidos para gerência quantitativa, utilizando medidas e técnicas de análise estatística previamente selecionadas. Tal resultado esperado prevê a aplicação de métodos estatísticos para o entendimento da variação dos subprocessos selecionados. Segundo o MR-MPS (SOFTEX, 2009b), para que este resultado seja implementado é necessário que exista um planejamento prévio da gerência estatística, isto é, devem ter sido selecionadas medidas adequadas para a gerência estatística e técnicas de análise estatística para serem utilizadas na análise da variação dessas

medidas. Além disto, conforme o MR-MPS(SOFTEX, 2009b) essas medidas devem ser associadas aos objetivos de qualidade do projeto e de desempenho do processo, e compatíveis com as necessidades do produto, do processo e do cliente.

Para apoiar as organizações que almejam atingir o nível B de maturidade do MR-MPS(SOFTEX, 2009b) é desejado que seus dados relacionados a medição estejam definidos, armazenados e disponibilizados em conformidade com as necessidades dos resultados esperados. Este modelo de maturidade diz que é desejável um repositório de medidas, mas não descreve como e quais informações são necessárias para a definição de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software (SOFTEX, 2009b).

Devido ao exposto, é de interesse a identificação de elementos expressos em termos de atributos e requisitos para definição e utilização de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software em organizações e corporações.

2.2 Objetivo e Questões de Pesquisa

A seguir é apresentado o objetivo e as questões de pesquisa do estudo.

2.2.1 Objetivo

O *objetivo* é analisar relatos de experiência e publicações científicas através de um estudo baseado em revisão sistemática, com o *propósito* de identificar os requisitos e atributos necessários à definição e uso de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software.

2.2.2 Questões de Pesquisa

A partir do objetivo do estudo são definidas as questões a serem respondidas, a saber:

- Q01 - Quais são os principais requisitos para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
- Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?

A leitura do conteúdo das publicações tem como objetivo a procura pelas respostas às questões de pesquisa.

2.3 Escopo da Pesquisa

Objetivando definir o escopo da pesquisa devem ser estabelecidos critérios para garantir, de forma equilibrada, a viabilidade da execução (custo, esforço e tempo), acessibilidade aos dados e abrangência do estudo. A pesquisa se fundamentou em bibliotecas digitais através dos seus respectivos engenhos de busca e, quando os dados não estiveram disponíveis eletronicamente, através de consultas manuais. Para as bibliotecas digitais é desejado:

- Possuir engenho de busca que permita o uso de expressões lógicas ou mecanismo equivalente;
- Incluir em sua base publicações da área de exatas ou correlatas que possuam relação direta com o tema a ser pesquisado;
- Permitir a busca do texto completo das publicações.

Os mecanismos de busca utilizados devem garantir resultados únicos através da busca de um mesmo conjunto de palavras-chaves. Quando isto não for possível, deve-se estudar e documentar uma forma de minimizar os potenciais efeitos colaterais desta limitação. A pesquisa deve ser restrita à análise de publicações obtidas a partir das fontes selecionadas levando-se em conta os critérios supracitados.

A adoção do Portal de Periódicos da CAPES tem como vantagem oferecer acesso aos textos de publicações internacionais, nacionais e estrangeiras, e a bases de dados com resumos de documentos em todas as áreas do conhecimento. O estudo engloba os dados disponíveis nas fontes, considerando o período de 01 de janeiro de 2000 até abril de 2010 e teve como referência:

- *Engineering Village - Compendex* - por fornecer uma ampla variedade de publicações e normas de qualidade que fazem a troca de conhecimentos e informações técnicas possíveis entre os profissionais de tecnologia.
- *Scopus* - por fornecer acesso a mais de 15.000 títulos, mais de 4.000 editores, incluindo mais de 12.850 periódicos acadêmicos, 28 milhões de registros de resumo, 13 milhões de registros de patentes e 250 milhões de páginas Web científicos.

- *IEEE* – segundo o site da *IEEE* (<http://www.ieee.org/about/index.html>) é uma comunidade global contendo publicações, conferências, atividades educativas, padrões tecnológicos e profissionais.

2.4 Idioma

Para a realização desta pesquisa foi selecionado o idioma inglês. A escolha do idioma inglês deve-se à sua adoção pela grande maioria das conferências e periódicos internacionais relacionados como tema de pesquisa e por ser o idioma utilizado pela maioria das editoras relacionadas com o tema listadas no Portal de Periódicos da CAPES.

2.5 Métodos de Busca de Publicações

As fontes digitais são acessadas via Web, através de expressões de busca preestabelecidas. Caso não seja possível obter a publicação completa através dos sites de busca, os autores das publicações poderão ser contatados via e-mail.

A partir das publicações obtidas dos sites de buscas torna-se possível também analisar as fontes de referência destas. Tais fontes possibilitam realizar novas buscas por publicações relacionadas ao tema da pesquisa, podendo ser busca manual ou através de ampliação da expressão de busca definida.

2.6 Procedimentos de Seleção e Critérios

A estratégia de busca definida deve ser aplicada por um pesquisador para identificar as publicações em potencial. As publicações identificadas são, então, selecionadas através da verificação dos critérios de inclusão/exclusão.

2.6.1 Procedimentos de Seleção e Critérios de Inclusão e Exclusão

O procedimento para seleção das publicações é composto de três etapas conforme descritas a seguir:

- i) Seleção e catalogação preliminar dos dados coletados.** A seleção preliminar das publicações é feita a partir da aplicação da expressão de busca em cada uma das três fontes selecionadas (COMPENDEX, SCOPUS e IEEE). O resultado da seleção é então armazenado em um diretório de trabalho em meio eletrônico para análise posterior.

ii) Seleção dos dados relevantes - [1º filtro]. A seleção preliminar com o uso da expressão de busca não garante que todo o material coletado seja útil no contexto da pesquisa, pois a aplicação das expressões de busca é restrita ao aspecto sintático.

Dessa forma, após a identificação das publicações através dos mecanismos de buscas, conforme a etapa anterior, os resumos/*abstracts* são lidos e analisados seguindo os critérios de inclusão/exclusão. As publicações são identificadas por estes critérios.

Na impossibilidade de classificar a publicação quanto a um dos critérios estabelecidos, e, se não for possível definir um novo critério de exclusão/inclusão, a publicação é incluída no conjunto selecionado para que na etapa posterior possa ter seu conteúdo lido e avaliado.

São eliminadas as publicações contidas no conjunto preliminar cujos assuntos se relacionam aos seguintes critérios de exclusão:

- EXC01 - Não apresenta resposta para qualquer uma das questões estabelecidas;
- EXC02 - Publicação do mesmo autor, mesmo conteúdo, porém título diferente;
- EXC03 - Testes de software não relacionados à medição propriamente dita (*Automatic testing - Software Test*). Exclusivamente sobre testes de software que fale sobre medição, porém, não trate das questões deste trabalho;
- EXC04 - Relacionados a Software básico, equipamentos para controle operacional, projeto de máquinas, simulação relacionada a software básico e desenho envolvendo hardware (*Computer software - Electric control equipment - Machine design - Computer simulation - Computer hardware*). Publicações relacionadas a algoritmos (*Algorithms*). Arquitetura de sistemas (*System Architecture*);
- EXC05 - Desenvolvimento de software, mas que não trate especificamente de definição de medidas/medição ou não contém informações direta ao uso de Controle Estatístico de processo;
- EXC06 - Outros tipos de engenharia (*Industrial Engineering / Manufacturing Engineering / Biotechnology / Computer simulation / Electrical and Electronic Engineering / Chemical Engineering / and others engineer*);

- EXC07 – Publicações referentes a resumo de simpósio e conferência (*Proceedings / Symposium / Conference*).

iii) Seleção dos dados relevantes - [2º filtro]. Somente a execução do primeiro filtro não garante que toda publicação ainda não excluída seja de utilidade para o contexto da pesquisa. Por isso, durante a leitura de cada uma das publicações que passou pelo 1º filtro, deve-se verificar se o conteúdo atende a algum dos critérios de inclusão apresentados a seguir:

- INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
- INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
- INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

2.7 Procedimentos para Extração dos Dados

Para a extração dos dados de interesse contidos nas publicações, os seguintes procedimentos devem ser seguidos:

2.7.1 Seleção e Catalogação Preliminar dos Dados Coletados

Armazenamento das referências completas selecionadas a partir da fonte consultada com as seguintes informações:

- Questão: referência a qual ou quais questões a publicação está associada;
- Classificação: 2º Filtro Aplicado. Incluída por atender a algum critério de inclusão ou excluída por atender a algum critério de exclusão;
- Autor: corresponde ao autor da publicação;
- Referência: corresponde a referência da publicação conforme a referência bibliográfica;

- Ano: corresponde ao ano da publicação;
- Origem: podendo ser *COMPENDEX*, *SCOPUS* ou *IEEE*.

2.7.2 Seleção dos Dados Relevantes

As publicações selecionadas devem ser impressas e seu conteúdo avaliado conforme os critérios de seleção estabelecidos anteriormente. Os dados que atenderem aos critérios estabelecidos são marcados (destacados no texto) e classificados segundo os critérios previamente estabelecidos de modo a facilitar a releitura da publicação.

2.7.3 Extração dos Dados

Os dados extraídos das publicações selecionadas são sumarizados e transcritos, compondo o resumo da revisão sistemática.

3 Planejamento e Execução

A expressão de busca descrita na próxima seção é a base para a execução do estudo baseado em revisão sistemática. Nas seções seguintes são apresentadas as atividades executadas para condução do estudo.

3.1 Definição do Escopo e Estudos Preliminares

A primeira atividade do processo definido na seção anterior foi executada no desenvolvimento de uma expressão de busca para guiar a revisão da literatura com o propósito de identificar e analisar os fatores relacionados à definição dos requisitos necessários a um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo. Palavras-chaves relacionadas ao tema medida de software foram testadas, como por exemplo: *measurement repository; high quality measurement; high assurance; data collection problems; measuring attribute; measurement validation; validating software measurement; modeling software measurement; conceptual data model; measurement repository cmmi context; stored measurement data*.

Observou-se que algumas das palavras-chaves estavam sendo restritivas em demasia e provavelmente estariam deixando de recuperar um conjunto considerável de publicações que poderiam contribuir para o tema em questão. Com objetivo de confirmar tal fato, foi elaborada a seguinte expressão de busca:

((measurement repository) AND (high quality measurement) AND (high assurance)) OR ((data collection problems) AND (lessons identified) AND (input data)) OR ((measuring attribute) AND (measurement validation) AND (validating software measurement)) OR ((modeling software measurement) AND (conceptual data model)) OR (measurement repository cmmi context) OR ((data collection) AND(developing quality software)AND (measurement activities)) OR ((software measurement data analysis) AND (stored measurement data)AND (reliability prediction)).

Esta expressão de busca foi elaborada aos poucos a partir dos resultados de sua execução na biblioteca digital do *IEEE*. A definição da expressão de busca utilizando os termos anteriormente citados, em alguns casos, não trouxe publicações relacionadas ao tema da pesquisa em questão ou um número consideravelmente alto de publicações (mais de 1000) à medida que se usava conectores do tipo “*OR*” e/ou “*AND*”. Em outros casos recuperou um número pequeno devido ao critério adicionado direcionar a busca por palavras específicas. O resultado da execução desta expressão de busca não atingiu o esperado, como por exemplo: em um determinado momento de execução da expressão de busca foi capaz de selecionar um total de 25 publicações (considerando-se um universo relativamente pequeno de publicações recuperadas), ao ser incluída a expressão “*OR (software measurement data analysis)*” o resultado da execução da expressão de busca trouxe mais de 2000 publicações. Sendo assim, foi desconsiderada tal expressão busca e passou-se a pensar em outro modo de realizar a pesquisa.

Além disso, percebeu-se com estes testes, que o esforço para a execução de um estudo baseado em revisão sistemática é muito grande e que, devido a isso, seria melhor concentrar esforços em um estudo que produzisse resultados mais estáveis e mais confiáveis. Este trabalho não foi considerado perdido, pois contribuiu para o entendimento do assunto, com a leitura de pelo menos os resumos das publicações recuperadas, e para a elaboração de outro tipo de expressão de busca a partir de novo conjunto de palavras-chaves.

3.2 Identificação de Publicações de Controle e Palavra-chave

Após ter-se definido o foco para o estudo, foi feita uma nova rodada de testes da expressão de busca. Desta vez foi utilizada inicialmente a máquina de busca da *COMPENDEX*(<http://www.engineeringvillage.com/>) por indexar um volume bem abrangente de publicações.

A partir das publicações identificadas durante os primeiros testes, um novo conjunto de palavras-chaves foi inicialmente estabelecido e outras palavras foram adicionadas durante os testes com as expressões de busca, à medida que novas publicações eram retornadas.

Para os casos em que muitas publicações foram retornadas foi necessário (i) verificar se o que estava sendo procurado era essencial ou se estava misturando outros requisitos de pesquisa não inerentes ao estudo de fato; (ii) verificar se não havia palavras-chaves desnecessárias. Não se indica também a inclusão de muitas cláusulas restritivas (por exemplo, *AND NOT* (critério-qualquer)), que podem, limitar o escopo da busca desnecessariamente (a lista de publicações pode ser revista através da aplicação dos filtros presentes na expressão de busca).

Dessa forma, o processo para calibragem da expressão de busca envolveu:

1. Definição da máquina de busca para testes da expressão de busca;
2. Identificação de publicações que deveriam compor o grupo de controle;
3. Identificação de expressão de busca inicial;
4. Testes da expressão de busca;
5. Análise dos resultados retornados pela expressão de busca;

Esse processo foi feito de forma iterativa, com os passos 2 a 5 sendo executados continuamente até que o resultado fosse considerado satisfatório, levando-se em conta a quantidade de publicações retornadas, os títulos das publicações, os autores, uma breve leitura dos resumos e o tempo destinada à realização da revisão sistemática.

Num primeiro momento, a base de publicações foi povoada com mais de 1000 publicações que apareceram nas buscas realizadas nos testes dos estudos preliminares (descritos na seção anterior). Neste momento os testes começaram com a expressão de busca:

((measurement) OR (metrics) OR (metric)) AND software)

Foi verificado, então, que o número de publicações recuperadas era demasiadamente alto e genérico, optando-se por incluir a expressão “controle estatístico de processo” por ser mais restritiva e diretamente ligada ao assunto da tese. Além do

que, procurava-se por publicações relacionadas aos níveis mais altos de maturidade⁹ de processo de software segundo o modelo CMMI (SEI, 2006). Ao final dessa rodada, as seguintes palavras-chaves também foram testadas, adicionando-as à expressão inicial.

AND ((statistical process control) OR (SPC) OR (high maturity) OR ((cmmi) AND ((level 4) OR (level 5))) OR (((mps.br) OR (MR-MPS)) AND ((level A) OR (level B))))

Os testes foram realizados inicialmente na base de dados da COMPENDEX, que deveria, em tese, indexar também as publicações da IEEE. O resultado da execução da expressão na COMPENDEX foi capaz de retornar 131 publicações.

A expressão de busca final ficou assim estabelecida:

((measurement) OR (metrics) OR (metric)) AND software) AND ((statistical process control) OR (SPC) OR (high maturity) OR ((cmmi) AND ((level 4) OR (level 5))) OR (((mps.br) OR (MR-MPS)) AND ((level A) OR (level B))))

3.3 Definição das Máquinas de Busca

As seguintes bases de dados foram utilizadas:

- *SCOPUS* (<http://www.scopus.com/>)
- *COMPENDEX* (<http://www.engineeringvillage.com/>)
- *IEEE* (<http://ieeexplore.ieee.org/>).

A máquina da busca da ACM não foi utilizada por se considerar que o universo de publicações recuperadas e as máquinas utilizadas deveriam atender ao objetivo do estudo.

3.3.1 Expressão de Busca na Biblioteca Digital da COMPENDEX

((measurement) OR (metrics) OR (metric)) AND software) AND ((statistical process control) OR (SPC) OR (high maturity) OR ((cmmi) AND ((level 4) OR (level 5))) OR (((mps.br) OR (MR-MPS)) AND ((level A) OR (level B))))

Resultado: 131 publicações

⁹ Níveis mais altos de maturidade: 4 e 5 do modelo CMMI (SEI, 2006) ou B e A do modelo de referência MPS (SOFTEX, 2009b).

3.3.2 Expressão de Busca na Biblioteca Digital da IEEE

((measurement) OR (metrics) OR (metric)) AND software) AND ((statistical process control) OR (SPC) OR (high maturity) OR ((cmmi) AND ((level 4) OR (level 5))) OR (((mps.br) OR (MR-MPS)) AND ((level A) OR (level B)))) :

Publication Year: 2000 - 2010

Resultado: 99 publicações

3.3.3 Expressão de Busca na Biblioteca Digital da SCOPUS

TITLE-ABS-KEY((((measurement) OR (metrics) OR (metric)) AND software) AND ((statisticalprocesscontrol) OR (spc) OR (highmaturity) OR ((cmmi) AND ((level4) OR (level5))) OR (((mps.br) OR (mr-mps)) AND ((levela) OR (levelb)))))) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO(SUBJAREA, "MULT")) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2010) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2008) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2007) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2006) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2005) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2004) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2003) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2002) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2001) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2000))

Resultado: 84 publicações

3.4 Identificação do Período de Busca

A identificação do período de busca levou em consideração que o tema controle estatístico de processos de software é um tema relativamente novo. Dessa forma, julgou-se que se deveria buscar publicações a partir do ano 2000, considerando-se que nos últimos 10 anos muitas publicações foram produzidos contemplando o tema.

3.5 Execução da Expressão de Busca

Conforme pode ser observado na Tabela 3.1 a seguir, a execução final da expressão de busca nas três bases de dados retornou 314 publicações, considerando as duplicidades de recuperação.

Tabela 3.1 - Resumo quantitativo de publicações recuperadas.

Publicações	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
Recuperadas	131	84	99
Total de publicações		314	

3.5.1 Resultado da execução do primeiro filtro

Na Tabela 3.2 e na Figura 3.1 pode ser observado o resultado final da aplicação do primeiro filtro. Para as publicações selecionadas, todos os resumos foram lidos e classificados segundo os critérios do primeiro filtro. Em um primeiro momento, houve dúvidas sobre a aceitação ou não de algumas publicações. Nestes casos, uma nova leitura dos resumos foi feita e, para os casos em que a dúvida persistiu, a publicação foi selecionada para o segundo passo onde seu conteúdo completo foi lido.

Tabela 3.2 - Resumo quantitativo de publicações recuperadas após execução do primeiro filtro.

Publicações após o primeiro filtro	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
Excluídas no primeiro filtro	87	50	74
Não foi possível recuperar a publicação completa	26	2	1
Exclusiva (recuperada somente em uma das bases)	5	11	13
Considerada na COMPENDEX & SCOPUS	9		
Considerada na COMPENDEX & IEEE	3		
Considerada COMPENDEX & IEEE & SCOPUS	9		
Considerada IEEE & SCOPUS		3	
Selecionada após a execução do primeiro filtro	26	14	13
Selecionada	26	14	13
Total		53	

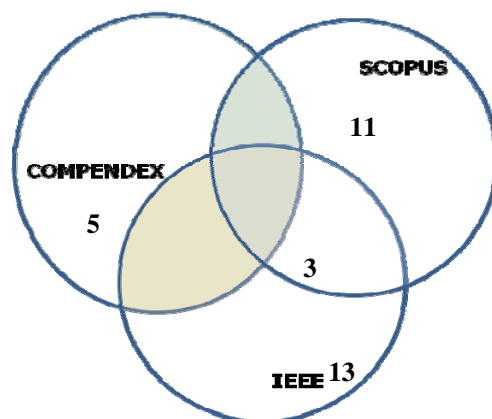


Figura 3.1 Resultado da execução do primeiro filtro

A expressão de busca, as questões e os critérios de inclusão e exclusão foram apresentados para dois especialistas, que a consideraram coerente com o objetivo. Foram feitas algumas considerações sobre os critérios de inclusão e exclusão, sendo realizados os acertos pertinentes.

De um total de 314 publicações, 211 foram excluídas no primeiro filtro, adicionando-se a este 29 publicações onde foi identificado que não seria possível recuperá-las na íntegra. Foi também considerado que 21 publicações foram recuperadas em duplicidade nos mecanismos de busca, resultando finalmente em 53 publicações a serem submetidas ao segundo filtro.

3.5.2 Resultado da execução do segundo filtro

A execução do segundo filtro fez com que todas as publicações selecionadas fossem lidas e os critérios de inclusão e de exclusão anteriormente estabelecidos fossem aplicados. A priorização de leitura levou em consideração as seguintes características: a publicação aparecer nas três bases de pesquisa; a publicação aparecer em duas bases de pesquisa; e, o resumo da publicação ter referência direta ao tema da pesquisa ou aos critérios de inclusão.

As publicações que tiveram seu conteúdo lido e passaram pelo segundo filtro, tiveram seus dados registrados na Tabela 3.3 apresentada a seguir:

Tabela 3.3 Relação de publicações após segundo filtro

Questão	Classificação (INC / EXC)	Título	Autores	Referência	Ano	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
Q01	INC01 INC03	<i>A Metrics Suite for SPC of large scale software based</i>	Haohua, Zhang; Hai, Zhao; Wei, Cai; Ming, Zhao; Guilan, Luo	HAOHUA <i>et al.</i> , 2008	2008	X		
NA	EXC02	<i>A Software Maintenance Maturity Model (S3M): Measurement Practices at Maturity Levels 3 and 4</i>	April, A., Abran, A.	APRIL e ABRAN, 2009	2009		X	
NA	EXC02	<i>Achieving higher levels of CMMI maturity using simulation</i>	Miller, M.J., Pulgar-Vidal, F., Ferrin, D.M.	MILLER <i>et al.</i> , 2002	2002		X	X
NA	EXC02	<i>An experimental replica to validate a set of metrics for software process models</i>	García, F., Ruiz, F., Piattini, M	GARCIA e PIATTINI, 2004	2004		X	
Q01 Q02	INC01 INC02 INC03	<i>Applying SPC to autonomic computing</i>	Qian-Li Zhang; Ji Gao; , "	ZHANG e GAO, 2004	2004			X
Q01	INC01 INC03	<i>Applying SPC to Software Development: Where and Why</i>	Weller, E., Card, D., Curtis, B., Raczynski, B	WELLER <i>et al.</i> , 2008	2008	X	X	X
Q01	INC01 INC03	<i>Assessing the maintenance processes of a software organization: An empirical analysis of a large industrial project</i>	De Lucia, A., Pompella, E., Stefanucci, S.	De LUCIA <i>et al.</i> , 2003	2003		X	
NA	EXC02	<i>BSR: A statistic-based approach for establishing and refining software process performance baseline</i>	Wang, Q., Jiang, N., Gou, L., Liu, X., Li, M., Wang, Y.	WANG <i>et al.</i> 2006	2006		X	

Questão	Classificação (INC / EXC)	Título	Autores	Referência	Ano	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
Q01	INC01 INC03	<i>Continuous software process improvement through statistical process control</i>	Caivano, Danilo	CAIVANO, 2005	2005	X	X	X
NA	EXC02	<i>Counselor, a data mining based time estimation for software maintenance</i>	Do Prado, H.A., Ferneda, E., Anquetil, N., Teixeira, E.D.	Do PRADO <i>et al.</i> , 2009	2009	X	X	
NA	EXC02	<i>Definition and empirical validation of metrics for software process models</i>	García, F., Ruiz, F., Piattini, M.	GARCIA e PIATTINI, 2004	2004		X	
NA	EXC02	<i>Early defect identification Application of spc methods</i>	Wang, Wenbin; Zhang, Wenjuan	WANG e WENJUAN, 2008	2008	X		
Q01	INC01	<i>Early Software Fault Prediction Using Real Time Defect Data</i>	Kaur, A., Sandhu, P.S., Brar, A.S.	KAUR <i>et al.</i> , 2009	2009	X	X	X
Q01 Q02	INC01 INC02	<i>Empirical analysis of massive maintenance processes</i>	De Lucia, A.; Pannella, A.; Pompella, E.; Stefanucci, S.	De LUCIA <i>et al.</i> , 2002	2002			X
NA	EXC01	<i>Experience of applying statistical control techniques to the function test phase of a large telecommunications system</i>	Bertolino, A.1; Marchetti, E.; Mirandola, R.1; Lombardi, G.; Peciola, E.	BERTOLINE <i>et al.</i> , 2002	2002	X		
Q01 Q02	INC01 INC02	<i>Investigating suitability of software process and metrics for statistical process control</i>	Tarhan, A., Demiroors, O.	TARHAN e DEMITORS, 2006	2006	X	X	
Q01 Q02	INC01 INC02	<i>Lessons learnt from the analysis of large-scale corporate database</i>	Kitchenham, B., Kutay, C., Jeffery, R., Connaughton, C.	KITCHENHAM <i>et al.</i> , 2006	2006	X	X	

Questão	Classificação (INC / EXC)	Título	Autores	Referência	Ano	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
NA	EXC02	<i>Making the software factory work: lessons from a decade of experience</i>	Siy, H.P.; Herbsleb, J.D.; Mockus, A.; Krishnan, M.; Tucker, G.T.	SIY <i>et al.</i> , 2001	2001	X		X
NA	EXC02	<i>Managing Software Process Improvement (SPI) through Statistical Process Control (SPC)</i>	Baldassarre, T., Boffoli, N., Caivano, D., Visaggio, G.	BALDASSARRE <i>et al.</i> , 2004	2004		X	
NA	EXC01	<i>Measurement of software requirement based on SPC</i>	Wang, Q., Li, M.-S.	WANG e LI, 2003	2003	X	X	
Q01	INC01	<i>Mining software repositories for model-driven development</i>	Zhang, Y.; Sheth, D.	ZHANG e SHETH, 2009	2009			X
Q01 Q02	INC01 INC02	<i>Misleading metrics and unsound analyses</i>	Kitchenham, B., Jeffery, D.R., Connaughton, C.	KITCHENHAM <i>et al.</i> , 2007	2007	X	X	X
Q01	INC01 INC03	<i>Non-intrusive monitoring of software quality</i>	Boffoli, Nicol.	BOFFOLI, 2006	2006	X	X	X
NA	EXC02	<i>Non-invasive monitoring of a distributed maintenance process</i>	Baldassarre, M.T.; Caivano, D.; Visaggio, G.;	BALDASSARRE <i>et al.</i> , 2006	2006	X		X
NA	EXC02	<i>On Software Requirement Metrics Based on Six-Sigma</i>	Li Li; Shuguang He; Qi, E.-S.	LI <i>et al.</i> , 2008	2008	X	X	X
NA	EXC02	<i>Optimum control limits for employing statistical process control in software process</i>	Jalote, P., Saxena, A.	JALOPE e SAXENA, 2002	2002		X	X
NA	EXC02	<i>Performance analysis of data mining algorithms for software quality prediction</i>	Gayatri, N., Nickolas, S., Reddy, A.V., Chitra, R.	GAYATRI <i>et al.</i> , 2009	2009	X	X	

Questão	Classificação (INC / EXC)	Título	Autores	Referência	Ano	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
Q01	INC01 INC03	<i>Practical applications of statistical process control [in software development projects]</i>	Weller, E.F.	WELLER, 2000	2000			X
NA	EXC01	<i>Practitioner-based measurement: A collaborative approach</i>	Parkinson, S.T., Hierons, R.M., Lycett, M., Norman, M.	PARKINSON <i>et al.</i> , 2010	2010		X	
NA	EXC02	<i>Producing more reliable software: mature software engineering process vs. state-of-the-art technology?</i>	Widmaier, J.C.; Smidts, C.; Xin Huang	WIDMAIER <i>et al.</i> , 2000	2000			X
NA	EXC01	<i>Project management maturity model (PMMM) in developing on-line statistical process control software: An integrated approach</i>	Wazed, M.A., Ahmed, S.	WAZED e AHMED, 2009	2009		X	
Q01 Q02	INC01 INC02 INC03	<i>Research on CMMI-based project management environment</i>	Wenjie, Luo; Miao, Wang; Bosheng, Zhou; Peng, Liu	WENJIE <i>et al.</i> 2008	2008	X	X	
Q01 Q02	INC01 INC02	<i>Research on CMMI-based Software Process Metrics</i>	Ruzhi Xu; Yunjiao Xue; Peiyao Nie; Yuan Zhang; Desheng Li;	RUZHI <i>et al.</i> , 2006	2006			X
NA	EXC01	<i>Risk analysis of software process measurements</i>	Kojima, T., Hasegawa, T., Misumi, M., Nakamura, T.	KOJIMA <i>et al.</i> , 2008	2008		X	
Q01	INC01 INC03	<i>Six sigma for software</i>	Biehl, R.E.	BIEHL, 2004	2004	X	X	
NA	EXC02	<i>Software measurement process capability maturity model</i>	Mei, Y., Ding, J.	MEI e DING, 2010	2010		X	

Questão	Classificação (INC / EXC)	Título	Autores	Referência	Ano	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
NA	EXC01	<i>Statistical data analysis for software metrics validation</i>	Lee, Ming-Chang	LEE, 2005	2005	X		
Q01	INC01 INC03	<i>Statistical process control for software: A systematic approach</i>	Boffoli, N.; Bruno, G.; Caivano, D.; Mastelloni, G.	BOFFOLI <i>et al.</i> , 2008	2008	X	X	
Q01 Q02	INC02 INC03	<i>Statistical process control: analyzing a space shuttle onboard software process</i>	Florac, William A.; Carleton, Anita D.; Barnard, Julie r.	FLORAC <i>et al.</i> , 2000	2000	X	X	X
Q01	INC01 INC03	<i>Statistical process control: what you don't measure can hurt you!</i>	Eickelmann, N.; Anant, A	EICKELMANN e ANANT, 2003	2003			X
NA	EXC02	<i>Taguchi-based metrics for software quality</i>	Akingbehin, K.	AKINGBEHIN, 2005	2005			X
Q01	INC01 INC03	<i>Target based software process evaluation model and application</i>	Zhu, M., Liu, W., Fang, Z., Hu, W.	ZHU <i>et al.</i> , 2009	2009	X	X	X
NA	EXC01	<i>The consequences of variability in software</i>	Levendel, I.	LEVENDEL, 2006	2006	X	X	
Q01	INC01 INC03	<i>The measurement and evaluation for large-scale object-oriented software system</i>	Mingguang, Z., Haohua, Z., Weiyi, Q., Shijun, M., Chuanyin, W.	MINGGUANG <i>et al.</i> , 2009	2009	X	X	X
NA	EXC02	<i>The QualOSS open source assessment model measuring the performance of open source communities, Soto, M.; Ciolkowski, M.</i>	Soto, M.; Ciolkowski, M.	SOTO e CIOLKOWSKI, 2009	2009		X	X
NA	EXC02	<i>The Research on Software Metrics and Software Complexity Metrics</i>	Tu Honglei; Sun Wei; Zhang Yanan	HONGLEI <i>et al.</i> , 2009	2009			X

Questão	Classificação (INC / EXC)	Título	Autores	Referência	Ano	COMPENDEX	SCOPUS	IEEE
Q01	INC01	<i>Tool support for measuring complexity in heterogeneous object-oriented software</i>	Wilkie, F.G.; Harmer, T.	WILKIE e HARMER, 2002	2002	X		X
NA	EXC01	<i>Towards a comprehensive approach for assessing open source projects</i>	Ciolkowski, Marcus; Soto, Martín	CIOKOWSKI e SOTO, 2008	2008	X		
Q01 Q02	INC01 INC02	<i>Using simulated data sets to compare data analysis techniques used for software cost modelling</i>	Pickard, L.; Kitchenham, B.; Linkman, S.J.	PICKARD <i>et al.</i> , 2001	2001			X
NA	EXC02	<i>Using simulation to evaluate prediction techniques [for software]</i>	Shepperd, M.; Kadoda, G.	SHEPPERD e KADOKA, 2001	2001			X
Q01 Q02	INC01 INC02 INC03	<i>Utilization of statistical process control (SPC) in emergent software organizations: Pitfalls and suggestions</i>	Sargut, K.U., Demirors, O.	SARGUT e DEMIRORS, 2006	2006		X	
Q01	INC01 INC03	<i>What accuracy statistics really measure</i>	Kitchenham, B.A.; Pickard, L.M.; MacDonell, S.G.; Shepperd, M.J.	KITCHENHAM <i>et al.</i> , 2001	2001			X
NA	EXC01	<i>What makes measuring software so hard?</i>	Rifkin, S.	RIFKIN, 2001	2001			X

Obs: NA – indica que a publicação não atende a alguma das duas questões estabelecidas.

A execução do segundo filtro possibilitou selecionar um conjunto de publicações que atenderam aos objetivos deste estudo. A seguir é apresentado o resumo da execução do segundo filtro:

- Excluídas pelos critérios da exclusão após leitura do conteúdo: **28**
- Incluídas somente pelo critério INC01: **3**
- Incluídas somente pelo critério INC02: **0**
- Incluídas somente pelo critério INC03: **0**
- Incluídas somente pelo critério INC01 e INC02: **6**
- Incluídas somente pelos critérios INC01 e INC03: **12**
- Incluídas somente pelos critérios INC02 e INC03: **1**
- Incluídas pela combinação dos critérios INC01, INC02 e INC03: **3**
- Total de publicações selecionadas após o 2º filtro: **25**

3.6 Considerações sobre o Resultado do Estudo

O critério de pesquisa, isto é, a expressão de busca que norteou a revisão sistemática teve como objetivo recuperar relatos de experiência e publicações científicas que pudesse responder a duas questões:

- Quais são os principais requisitos/características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software?
- Quais são os principais atributos que definem uma medida?

Em geral, o que pôde ser percebido através da execução do estudo é a falta de relatos na literatura especializada sobre apoio à definição de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software (CEP) e também, falta de referência direta sobre aos requisitos necessários a um repositório de medidas e aos atributos necessários para definir e caracterizar as medidas a serem utilizadas no CEP. As referências com relação a atributos de medidas listadas neste trabalho foram extraídas de citações nos textos das publicações. De qualquer forma, foi possível coletar um conjunto de informações relacionado aos requisitos necessários para a definição de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software e outro conjunto de informações relacionadas à definição de medidas de software. A

seguir, são apresentados os requisitos e os atributos coletados em resposta às questões estabelecidas.

3.6.1 Requisitos necessários a um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software

A partir da leitura das publicações que foram selecionadas no segundo filtro em resposta à questão “Q01 - Quais são os principais requisitos para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?” foi possível identificar os possíveis requisitos descritos a seguir:

REQ-01: Armazenar e permitir a recuperação de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; RUZHI *et al.*, 2006; PICKARD *et al.*, 2001; SARGUT e DEMIRORS, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; WELLER *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2001; ZHANG e SHETH, 2006; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-02: Armazenar e fornecer dados para a elaboração de gráficos de controle estatísticos de processos de software com informações sobre limite de controle superior, central e inferior (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; WENJIE *et al.*, 2008; CAIVANO, 2005; EICKELMANN e ANANT, 2003; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; PICKARD *et al.*, 2001; KITCHENHAM *et al.*, 2006; WELLER *et al.*, 2008; BOFFOLI, 2006; WELLER, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; ZHANG e SHETH, 2006; BIEHL, 2004; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; WILKIE e HARMER, 2002; HAOHUA *et al.*, 2008; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-03: Fornecer informações sobre as medições para apoiar o cálculo do desempenho dos processos (FLORAC *et al.*, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2007; KITCHENHAM *et al.*, 2006; BOFFOLI, 2006; WELLER, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; WILKIE e HARMER, 2002).

REQ-04: *Fornecer dados de medição do desempenho dos componentes de processo em ordem cronológica* (FLORAC *et al.*, 2000; WELLER *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2001; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-05: *Armazenar informações de contexto sobre o desempenho dos componentes de processo, com o objetivo de apoiar o entendimento em análises futuras* (FLORAC *et al.*, 2000; RUZHI *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006).

REQ-06: *Armazenar informações de contexto das medições que são consideradas relevantes para que as medições possam ser entendidas posteriormente* (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; WENJIE *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; WELLER *et al.*, 2008; BOFFOLI, 2006; WELLER, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002).

REQ-07: *Armazenar informações de contexto oriundas das análises das medições em forma textual ou a partir de informações parametrizadas* (KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006).

REQ-08: *Possibilitar o armazenamento de informações das medições realizadas durante a execução dos processos para cálculo de linha base referentes ao desempenho dos componentes de processo em um determinado período e armazenar o resultado dos cálculos* (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-09: *Possibilitar armazenar a data inicial e final de validade de uma linha base calculada a partir das medições realizadas durante a execução dos processos* (FLORAC *et al.*, 2000; BOFFOLI *et al.*, 2008; ZHANG e GAO, 2004).

REQ-10: *Possibilitar armazenar dados de medição caracterizados e classificados sob as mesmas características de execução* (FLORAC *et al.*, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2007; BOFFOLI, 2006; KAUR *et al.*, 2009 ZHU *et al.*, 2009; De LUCIA, *et al.*, 2003). As medições devem estar associadas a entidades mensuráveis com as características.

REQ-11: *O repositório de medidas deve possuir mecanismos que assegurem a coerência entre as informações e dados armazenados* (WENJIE *et al.*, 2008; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-12: *Possibilitar armazenar as medidas indiretas e como são usadas em cada fase do ciclo de vida selecionado de um projeto* (WENJIE *et al.*, 2008).

REQ-13: *Possibilitar armazenar informação sobre como as medidas básicas podem ser medidas* (WENJIE *et al.*, 2008).

REQ-14: *Possibilitar armazenar como as medidas derivadas podem ser calculadas a partir de outras medidas básicas e/ou derivadas* (WENJIE *et al.*, 2008).

REQ-15: *Possibilitar armazenar informações que permitam avaliar se os objetivos organizacionais esperados foram alcançados* (FLORAC *et al.*, 2000; WENJIE *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2007).

REQ-16: *Possibilitar armazenar o momento em que a medida básica ou medida derivada é medida em cada fase do ciclo de vida selecionado para o projeto identificando qual o subprocesso associado à medida* (FLORAC *et al.*, 2000; WENJIE *et al.*, 2008; PICKARD *et al.*, 2001; KITCHENHAM *et al.*, 2001; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; ZHU *et al.*, 2009; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; ZHANG e GAO, 2004; KITCHENHAM *et al.*, 2006; ; SARGUT e DEMIRORS, 2006; HAOHUA *et al.*, 2008).

REQ-17: *Possibilitar armazenar as características dos subprocessos de modo que as análises das medições possam ser realizadas a partir de subprocessos com as mesmas características* (CAIVANO, 2005; KITCHENHAM *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2001).

REQ-18: *Possibilitar armazenar a associação entre medidas, objetivos e questões* (FLORAC *et al.*, 2000; EICKELMANN e ANANT, 2003; KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; De LUCIA *et al.*, 2002).

REQ-19: *Possibilitar armazenar a associação entre medidas e objetivos organizacionais* (De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; HAOHUA *et al.*, 2008).

REQ-20: *Possibilita armazenar a hierarquia entre objetivos organizacionais e objetivos de projeto (software)* (EICKELMANN e ANANT, 2003; KITCHENHAM et al., 2006; ZHU et al., 2009; De LUCIA et al., 2002).

REQ-21: *Possibilita armazenar as análises realizadas sobre as medições e sobre o comportamento dos processos* (KITCHENHAM et al., 2007; RUZHI et al., 2006; KITCHENHAM et al., 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006; HAOHUA et al., 2008).

REQ-22: *Possibilita armazenar informações detalhadas do procedimento de medição indicando como as medições são feitas e como os resultados são apresentados se o procedimento de coleta for seguido* (WENJIE et al., 2008; CAIVANO, 2005; KITCHENHAM et al., 2007; RUZHI et al., 2006; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA et al., 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-23: *Possibilita armazenar informações detalhadas do procedimento de análise das medições* (RUZHI et al., 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006; HAOHUA et al., 2008).

REQ-24: *Possibilita armazenar a associação entre as medidas e os diferentes perfis de responsabilidades necessários para organizar a coleta de dados e analisar a eficiência do processo* (RUZHI et al., 2006; PICKARD et al., 2001).

REQ-25: *Possibilita armazenar as descrições das medidas e seus atributos* (FLORAC et al., 2000; CAIVANO, 2005; RUZHI et al., 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-26: *Possibilita armazenar informações sobre a frequência na qual os dados são obtidos* (RUZHI et al., 2006; De LUCIA et al., 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, et al., 2003).

REQ-27: *Possibilita armazenar informações sobre o relacionamento ou dependência ou as condições que influenciam os processos* (PICKARD et al., 2001; KAUR et al., 2009; ZHU et al., 2009; WILKIE e HARMER, 2002; De LUCIA, et al., 2003).

REQ-28: *Possibilita armazenar informações sobre o relacionamento ou dependência ou as condições que influenciam as medidas* (PICKARD et al., 2001;

KITCHENHAM *et al.*, 2006; KAUR *et al.*, 2009; ZHU *et al.*, 2009; HAOHUA *et al.*, 2008).

REQ-29: *Possibilitar, quando a medida for referente a defeito, armazenar informações que identifique o subprocesso de origem do defeito com o objetivo promover a melhoria dos processos* (PICKARD *et al.*, 2001; SARGUT e DEMIRORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

REQ-30: *Possibilitar armazenar as medições de modo que tenham granularidade que permita avaliar o comportamento e o desempenho de uma única atividade* (KITCHENHAM *et al.*, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

REQ-31: *Possibilitar armazenar informações sobre a execução de subprocessos simples e duração relativamente curta* (WELLER *et al.*, 2008; TARHAN e DEMITORS, 2006).

REQ-32: *Os dados referentes à medição do comportamento dos processos quando armazenados centralizadamente facilitam sua recuperação* (KITCHENHAM *et al.*, 2007; RUZHI *et al.*, 2006; KITCHENHAM *et al.*, 2006; BOFFOLI, 2006).

REQ-33: *Possibilitar armazenar informações sobre as medições permitindo que ações corretivas possam ser tomadas ao longo da execução do processo e não somente quando o processo estiver concluído* (PICKARD *et al.*, 2001; ZHU *et al.*, 2009; De LUCIA *et al.*, 2002).

REQ-34: *Possibilitar a integração do repositório de medidas com outras ferramentas utilizadas pela organização, permitindo o armazenamento de dados de medição no repositório de medidas de forma automática e frequente, diminuindo a possibilidade de perda de dados e aumentando a confiabilidade pela redução de interferência humana* (De LUCIA, *et al.*, 2003).

3.6.2 Atributos necessários às medidas em um repositório adequado ao controle estatístico de processo de software

A partir da leitura das publicações que foram selecionadas no segundo filtro em resposta à questão “Q02 - Quais os principais atributos que definem uma medida?” foram identificados os possíveis atributos apresentados a seguir.

ATR-01: *Uma medida possui um contexto para a qual foi feita a coleta de valores medidos.* Contexto tem o mesmo significado de alcance ou abrangência da medida, como por exemplo: organizacional; todos os projetos; somente uma classe de projeto; relativo a uma área de processo (FLORAC *et al.*, 2000; KITCHENHAM *et al.*, 2001; TARHAN e DEMITORS, 2006).

ATR-02: *Uma medida é classificada segundo seu tipo, podendo ser medida básica ou medida derivada* (WENJIE *et al.*, 2008).

ATR-03: *Uma unidade de medida é atribuída ao valor coletado para uma medida* como, por exemplo: horas, pontos de função, horas por ponto de função, pontos de função por dia, quantidade de defeitos e quantidade de linhas de código (De LUCIA *et al.*, 2002; TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

ATR-04: *O valor de uma medida é classificado segundo o tipo de dados referente ao valor medido*, como por exemplo: numérico, natural, decimal (TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003).

ATR-05: *Uma medida possui uma fórmula de cálculo* (FLORAC *et al.*, 2000; WENJIE *et al.*, 2008; KITCHENHAM *et al.*, 2007; SARGUT e DEMIRORS, 2006; TARHAN e DEMITORS, 2006) que descreve como uma medida pode ser calculada a partir de outra(s) medida(s), como por exemplo: a medida derivada densidade de defeitos graves de testes de produto pode ser obtida a partir da relação entre a medida básica, quantidade de defeitos graves encontrados nos testes do produto e a medida básica tamanho do produto expresso em pontos de função.

ATR-06: *Uma escala de medida é atribuída a uma medida.* Escala é o conjunto ordenado de valores, contínuo ou discreto, ou conjunto de categorias às quais os atributos são mapeados podendo ser, por exemplo: escala qualitativa ou escala quantitativa (TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003; ISO/IEC 15939, 2001).

ATR-07: *Uma medida está associada a um tipo de escala referente ao valor da medida* (TARHAN e DEMITORS, 2006; De LUCIA, *et al.*, 2003). O tipo da escala depende da natureza da relação entre os valores da escala. A norma ISO/IEC 15939 (2001) cita quatro tipos de escala: nominal, ordinal, intervalar e racional.

3.7 Apoio Ferramental para Condução do Estudo

Foi criado um conjunto de planilhas para apoiar a condução do estudo baseado em revisão sistemática. Estas planilhas foram desenvolvidas em MS-Excel e apóiam a execução do estudo, geração de gráfico e tabelas específicos. Além disso, como os dados são armazenados em planilhas, filtros podem ser utilizados para facilitar pesquisas. As seguintes planilhas foram criadas:

- **Critérios:** Tem como objetivo conter a relação de questões, critérios de exclusão e critérios de inclusão das publicações recuperadas pela expressão de busca.
- **Selecionadas:** Tem como objetivo conter a relação das publicações, os resultados dos critérios aplicados e a origem das publicações.
- **Excluídos:** Tem como objetivo conter a relação das publicações que foram excluídas pela aplicação dos critérios de exclusão, para cada um dos filtros que foram aplicados.
- **Requisitos:** Tem como objetivo conter o resultado da aplicação dos filtros. Isto é, contém os conteúdos das publicações que atenderam ao critério de seleção “Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?”.
- **Atributos:** Tem como objetivo conter o resultado da aplicação dos filtros. Isto é, contém os conteúdos das publicações que atenderam ao critério de seleção “Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?”.
- **Referência e Resumo:** Tem como objetivo conter a relação de publicações de referência inclusive com os *abstracts* originais e os resumos de cada publicação.

4 Resumo das Publicações

A seguir são apresentadas as informações registradas para as publicações selecionadas após a aplicação do segundo filtro anteriormente citado:

Dados da Publicação	
Título:	Statistical process control: analyzing a space shuttle onboard software process
Autor (es):	FLORAC, W. A., CARLETON, A. D., BARNARD, J. R.,

Data Publicação:	2000				
Referência completa	FLORAC, W. A., CARLETON, A. D., BARNARD, J. R., 2000, "Statistical process control: analyzing a space shuttle onboard software process", IEEE Software, v 17, n 4, p 97-106, July/August 2000				
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	X
Resumo da Publicação					
<p>FLORAC <i>et al.</i>, (2000) abordam o tema CEP, além de apresentar informações relacionadas à definição de medidas de software. Apresenta gráficos de controle com informações sobre limite superior, inferior e central, calculados para desempenho do componente de processo. Além disso, valores de medição são apresentados nos gráficos em ordem cronológica. Comentam que a caracterização do componente de processo deve ser capaz de fornecer informações de contexto sobre o comportamento do processo. Comentam sobre estabilidade e capacidade do componente de processo em linha base estabelecida e que dados de medição podem ser obtidos de forma homogênea quando coletados sob as mesmas condições ou a partir das mesmas situações de causas.</p> <p>Citam que algumas organizações ficam frustradas com a avaliação de desempenho de processo através do CEP porque começam usando-o para medir processos grandes compostos de vários subprocessos ou até mesmo o processo organizacional como um todo. Comentam que pode-se obter dados homogêneos quando dados de medição são coletados sob as mesmas condições ou a partir das mesmas situações de causas.</p> <p>Apresentam informações sobre limites de controle inferior, superior e central. Além disso, citam que Gráficos de controle são ferramentas ideais para analisar o comportamento de processo porque estes apresentam medições do desempenho do processo ao longo do tempo e prove definições operacionais sobre estabilidade e capacidade em linhas base estabelecidas, e que o comportamento do processo pode ser medido e dados precisam estar disponíveis para um razoável período de tempo.</p>					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				
Critério de inclusão					
	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.				
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.				
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.				

Dados da Publicação	
Título:	Statistical process control for software: A systematic approach
Autor (es):	BOFFOLI, N., BRUNO, G., CAIVANO, D., MASTELLONI, G.
Data Publicação:	2008

Referência completa	BOFFOLI, N., BRUNO, G., CAIVANO, D., MASTELLONI, G., 2008, "Statistical process control for software: A systematic approach", ESEM'08: Proceedings of the 2008 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, p 327-329, 2008			
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE
Resumo da Publicação				
BOFFOLI <i>et al.</i> , (2008) abordam o tema CEP, enfatizando a questão de definição de linha de base confiável e útil para a caracterização e avaliação de desempenho de processo que possui limites de desempenho superior e inferior. Conforme apresentada nos gráficos, a linha base é estabelecida em uma determinada data para um conjunto de dados, sendo que, quando da geração de uma nova linha base, a anterior tem estabelecida sua data final de representatividade. Comentam também sobre os valores referentes ao limite inferior, base e superior calculado para desempenho do componente de processo.				
Questão atendida				
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?			
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?			
Critério de inclusão				
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.			
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.			
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.			

Dados da Publicação				
Título:	Research on CMMI-based project management environment			
Autor (es):	WENJIE, L., MIAO, W., BOSHENG, Z., PENG, L			
Data Publicação:	2008			
Referência completa	WENJIE, L., MIAO, W., BOSHENG, Z., PENG, L., 2008, "Research on CMMI-based project management environment", 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008, 2008			
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE
Resumo da Publicação				

<p>WENJIE <i>et al.</i>, (2008) fazem referência à necessidade de ferramental para assegurar a coerência das informações e dados. Comentam vários atributos necessários para definir medida e que o modelo estabelecido para a medição deve diretamente, de forma clara e quantitativamente, responder as seguintes questões: Quais são as medidas diretas e qual é o seu uso em cada fase de um ciclo de vida selecionado de um projeto? Como eles podem ser medidas? Quais são as medidas indiretas em cada fase de um ciclo de vida selecionado de um projeto? Como elas podem ser computadas a partir de medidas diretas?</p> <p>Além disso, comentam também que medidas devem ser coletadas e analisadas, podendo ser usadas para entender a situação atual, para fazer a correção se desvio e para confirmar se os objetivos esperados foram alcançados no custo e no prazo adequado. Como uma medida indireta pode ser computada a partir de outras medidas. Qual momento de medição e uso das medidas diretas e indiretas em cada fase do ciclo de vida selecionado de um projeto.</p>	
Questão atendida	
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação					
Título:	Continuous software process improvement through statistical process control				
Autor (es):	CAIVANO, D.,				
Data Publicação:	2005				
Referência completa	CAIVANO, D., 2005, "Continuous software process improvement through statistical process control", Proceedings of the European Conference on Software Maintenance and Reengineering, CSMR, p 288-293, 2005, Proceedings of the European Conference on Software Maintenance and Reengineering, CSMR 2005				
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	X
Resumo da Publicação					
CAIVANO (2005) aborda o tema CEP, enfatizando a questão do elevado número de atributos e variáveis envolvidas no processo de software necessário para a caracterização do componente de processo (pessoas, ferramentas, habilidades, experiência de domínio de aplicação, linguagens, técnicas de desenvolvimento etc.).					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				
Critério de inclusão					

X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação					
Título:	Statistical process control: what you don't measure can hurt you!				
Autor (es):	EICKELMANN, N., ANANT,				
Data Publicação:	2003				
Referência completa	EICKELMANN, N., ANANT, A., 2003, "Statistical process control: what you don't measure can hurt you!", Software, IEEE , vol.20, no.2, pp. 49- 51, Mar/Apr 2003				
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	X
Resumo da Publicação					
EICKELMANN e ANANT (2003) abordam o tema CEP e apresenta comentários sobre limites de controle.					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				
Critério de inclusão					
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.				
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.				
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.				

Dados da Publicação					
Título:	Misleading metrics and unsound analyses				
Autor (es):	KITCHENHAM, B., JEFFERY, D. R., CONNAUGHTON, C				
Data Publicação:	2007				
Referência completa	KITCHENHAM, B., JEFFERY, D. R., CONNAUGHTON, C., 2007, "Misleading metrics and unsound analyses", IEEE Software, v 24, n 2, p 73-78, March/April 2007				
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	X
Resumo da Publicação					

KITCHENHAM *et al.*, (2007) apresentam informações relevantes sobre volume e agregação de dados. Comentam que, agregar os dados em conjuntos de dados maiores, não melhorar as estimativas, salvo se todos os dados forem provenientes da mesma distribuição.

Comentam que agregar dados de diferentes distribuições irá desestabilizar as estimativas de média e aumentar a variabilidade genética.

Têm a opinião que problemas de falta de relacionamento entre medidas e objetivos da organização deixam claro que bancos de dados corporativos devem ser implementados não somente como um repositório central dos dados gerados durante o desenvolvimento de software.

Comentam que a abordagem comum do GQM (SOLIGEN E BERGHOUT, 1999) sugere que as medidas devem derivar de um conjunto de objetivos (ou requisitos) e questões associadas, estabelecendo uma hierarquia entre objetivos da organização e os objetivos do projeto. Além disso, comentam que o gerente do projeto deve analisar os valores de produtividade para os projetos que se encontrem fora dos intervalos de limites estabelecidos e apresentar uma justificativa para o desvio. Fornece exemplo de fórmula de cálculo de medidas.

Questão atendida

X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
---	---

	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
--	---

Critério de inclusão

X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
---	---

	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
--	--

	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.
--	--

Dados da Publicação

Título:	Research on CMMI-based Software Process Metrics
Autor (es):	RUZHI X., YUNJIAO X., PEIYAO N., YUAN Z., DESHENG L
Data Publicação:	2006
Referência completa	RUZHI X., YUNJIAO X., PEIYAO N., YUAN Z., DESHENG L., 2006, "Research on CMMI-based Software Process Metrics", Computer and Computational Sciences, 2006. IMSCCS '06. First International Multi-Symposiums on , vol.2, no., pp.391-397, 20-24 June 2006

COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	
------------------	---	---------------	---	-------------	--

Resumo da Publicação

RUZHI *et al.*, (2006) comentam que os dados de medição devem ser armazenados no banco de dados de medidas inclusive dados de experiência de medição. Banco de dados de medidas é usado para armazenar informações detalhadas do procedimento de medição, incluindo o procedimento de análise utilizado. Quando o projeto é concluído, todos os dados de medição devem estar armazenados no banco de dados histórico de medidas da organização.

Além disso, descrevem sobre os diferentes perfis de responsabilidades necessários para organizar a coleta de dados e analisar a eficiência do processo durante a execução do projeto, rever o processo de medidas do projeto e os dados de medidas, além de avaliar a sua validade e elaborar relatórios de exceção para o gerente de projeto e gerente sênior., entre outras associações entre perfil e responsabilidades.

Comentam que as organizações possuem objetivos, questões e processos e que o plano de medição contém as medidas, descrição, objetivo e o alcance da aplicação da medida, as definições de fatores de escolha das medidas, procedimento de medição, ferramentas, métodos e recursos humanos necessários, entre outros. Fazem referência ainda sobre a necessidade de definir momento e frequência na qual os dados são obtidos (diariamente, semanalmente, etc.).

Questão atendida

X Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?

X Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?

Critério de inclusão

X INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.

X INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.

INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação

Título: Using simulated data sets to compare data analysis techniques used for software cost modelling

Autor (es): PICKARD, L., KITCHENHAM, B., LINKMAN, S.J.

Data Publicação: 2001

Referência completa PICKARD, L., KITCHENHAM, B., LINKMAN, S.J., 2001, "Using simulated data sets to compare data analysis techniques used for software cost modelling", Software, IEE Proceedings - , vol.148, no.6, pp.165-174, Dec 200

COMPENDEX

X

SCOPUS

X

IEEE

X

Resumo da Publicação

PICKARD *et al.*, (2001) comentam sobre a necessidade conhecer o relacionamento ou dependência ou condições que influenciam os componentes de processo que compõem o processo de desenvolvimento de software utilizado. Além disso, comentam sobre a importância de conhecer o relacionamento ou dependência ou condições que influenciam o conjunto de dados. Apresenta também comparação de técnicas de análise de dados.

Questão atendida

X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Lessons learnt from the analysis of large-scale corporate databases		
Autor (es):	KITCHENHAM, B., KUTAY, C., JEFFERY, R., CONNAUGHTON, C		
Data Publicação:	2006		
Referência completa	KITCHENHAM, B., KUTAY, C., JEFFERY, R., CONNAUGHTON, C., 2006, "Lessons learnt from the analysis of large-scale corporate databases, " 2006 Proceedings - International Conference on Software Engineering 2006, pp. 439-444		
COMPENDEX	X	SCOPUS	X
		IEEE	
ResumodaPublicação			
<p>KITCHENHAM <i>et al.</i>, (2006) comentam que normalmente nas organizações, dados contidos em um repositório de medidas têm como finalidade apoiar o processo de desenvolvimento e aos objetivos e meta da organização. Porém, normalmente não possibilita fornecer informações a respeito de um conjunto mais amplo de relações entre as entidades - por exemplo, entre um projeto, uma inspeção, um defeito de desenvolvimento, uma versão de software, um problema de produção e assim por diante. Adicionalmente, comenta que atualmente as bases de dados estão sendo usadas também para apoiar a gestão do desempenho e melhoria contínua visando disponibilizar informações para apoiar a concorrência entre fornecedores de serviços. A maioria dos dados é então usada para comparação.</p> <p>Além disso, comentam da necessidade de caracterização dos projetos e componentes de processo em termos de: Identificação da aplicação (projeto, requerimento, etc.) que está sendo medido; Informações sobre a caracterização da plataforma (ambiente) que suporta o desenvolvimento e irá suporta em operação; Informações sobre a equipe que executou as atividades para a elaboração do produto.</p> <p>Por fim, comentam que as medições devem ter uma granularidade tal que permita avaliar o comportamento e o desempenho de uma única atividade e que Informações de contexto relacionadas à medição descrevem algo de interesse para caracterizar uma situação especial que ocorreu na medição.</p>			
Questãoatendida			
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?		
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?		
Crítériodeinclusão			

X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Point/Counterpoint, - Applying SPC to Software Development: Where and Why		
Autor (es):	WELLER, ED, CARD, DAVID; CURTIS, BILL; RACZYNSKI, BOB		
Data Publicação:	2008		
Referência completa	WELLER, ED, CARD, DAVID; CURTIS, BILL; RACZYNSKI, BOB, 2008, "Point/Counterpoint, - Applying SPC to Software Development: Where and Why" Software, IEEE , vol.25, no.3, pp.48-51, May-June 2008		
COMPENDEX	X	SCOPUS	X
		IEEE	X
Resumo da Publicação			
<p>WELLER <i>et al.</i>, (2008) comentam que o CEP dever ser aplicado para controlar subprocessos chave e para ser efetivo necessita de três atributos: Quantidade suficiente de observações; processos controláveis e objetivos de desempenho relevantes para os negócios da organização.</p> <p>Além disto, um subprocesso deve ser passível de controle, ou seja, deve ser bem definido e de duração relativamente curta. Além disso, são apresentados gráficos de controle com valores de medição em uma sequência cronológica e valores do limite superior e limite inferior calculado referente ao desempenho de componente de processo.</p>			
Questão atendida			
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?		
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?		
Critério de inclusão			
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.		
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.		
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.		

Dados da Publicação	
Título:	Non-intrusive monitoring of software quality
Autor (es):	BOFFOLI, N
Data Publicação:	2006

Referência completa	BOFFOLI, N., "Non-intrusive monitoring of software quality," Software Maintenance and Reengineering, 2006. CSMR 2006. Proceedings of the 10th European Conference on , vol., no., pp.4 pp.-322, 22-24 March 2006				
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	X
Resumo da Publicação					
BOFFOLI, (2006) faz comentários sobre CEP e sobre possibilidade de detectar anomalias desde que dados heterogêneos originados de diferentes localizações, fluindo para um único ponto de coleta ou repositório de armazenamento, sejam organizados, categorizados e classificados de acordo com uma taxonomia definida em uma linha de base estabelecida.					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				
Critério de inclusão					
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.				
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.				
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.				

Dados da Publicação					
Título:	Practical applications of statistical process control [in software development projects]				
Autor (es):	WELLER, E.F				
Data Publicação:	2000				
Referência completa	WELLER, E.F., 2000, "Practical applications of statistical process control [in software development projects]", Software, IEEE , vol.17, no.3, pp.48-55, May/Jun 2000				
COMPENDEX		SCOPUS		IEEE	X
Resumo da Publicação					
WELLER, (2000) faz comentários gerais sobre aplicação de CEP no contexto de desenvolvimento de software. Apresenta comentários sobre utilização de gráficos de controle com limites de controle superior, inferior e base.					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				
Critério de inclusão					
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.				
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.				

X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.
---	--

Dados da Publicação				
Título:	What accuracy statistics really measure [software estimation]			
Autor (es):	KITCHENHAM, B.A., PICKARD, L.M., MACDONELL, S.G., SHEPPERD, M.J			
Data Publicação:	2001			
Referência completa	KITCHENHAM, B.A., PICKARD, L.M., MACDONELL, S.G., SHEPPERD, M.J., 2001, "What accuracy statistics really measure [software estimation]", Software, IEE Proceedings - , vol.148, no.3, pp.81-85, Jun 2001			
COMPENDEX		SCOPUS		IEEE X
Resumo da Publicação				
KITCHENHAM <i>et al.</i> , (2001) fazem comentários sobre aplicação de dois métodos estatísticos utilizados para avaliar a precisão da previsibilidade de desempenho de processos. Apresenta gráficos de controle com limites superior, inferior e central ordenados por uma sequência hierárquica.				
Questão atendida				
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?			
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?			
Critério de inclusão				
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.			
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.			
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.			

Dados da Publicação				
Título:	Early Software Fault Prediction Using Real Time Defect Data			
Autor (es):	KAUR, A., SANDHU, P.S., BRA, A.S			
Data Publicação:	2009			
Referência completa	KAUR, A., SANDHU, P.S., BRA, A.S., "Early Software Fault Prediction Using Real Time Defect Data", Machine Vision, 2009. ICMV '09. Second International Conference on , vol., no., pp.242-245, 28-30 Dec. 2009			
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE X
Resumo da Publicação				

KAUR <i>et al.</i> , (2009) fazem referência a medição de componentes de processo e o relacionamento de dependência entre componentes de processo e as condições que influenciam os componentes de processo que compõem o processo de desenvolvimento de software utilizado, influenciam no resultado das medições. Dados homogêneos podem ser obtidos a partir de projeto similares.	
Questão atendida	
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Target Based Software Process Evaluation Model and Application		
Autor (es):	MIN ZHU; WEIDONG LIU; WENSONG HU; ZHUO FANG."		
Data Publicação:	2009		
Referência completa	MIN ZHU; WEIDONG LIU; WENSONG HU; ZHUO FANG."Target Based Software Process Evaluation Model and Application," Information and Computing Science, 2009. ICIC '09. Second International Conference on , vol.1, no., pp.107-110, 21-22 May 2009		
COMPENDEX	X	SCOPUS	X
IEEE			X
Resumo da Publicação			
ZHU <i>et al.</i> , (2009) fazem referência ao uso do CEP, o relacionamento de dependência entre componentes de processo e as condições que influenciam os componentes de processo que compõem o processo de desenvolvimento de software utilizado influenciam no resultado das medições. Comentam também sobre a relação entre objetivos organizacionais e medidas.			
Questão atendida			
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?		
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?		
Critério de inclusão			
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.		
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.		
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.		

Dados da Publicação					
Título:	The Measurement and Evaluation for Large-Scale Object-Oriented Software System				
Autor (es):	ZHU MINGGUANG, ZHANG HAOHUA, QI WEIYI, MA SHIJUN, WANG CHUANYI				
Data Publicação:	2009				
Referência completa	ZHU MINGGUANG, ZHANG HAOHUA, QI WEIYI, MA SHIJUN, WANG CHUANYI, "The Measurement and Evaluation for Large-Scale Object-Oriented Software System", Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS '09. Ninth International Conference on , vol.2, no., pp.70-73, 12-14 Aug. 2009				
COMPENDEX	X	SCOPUS	X	IEEE	X
Resumo da Publicação					
MINGGUANG <i>et al.</i> , (2009) fazem referência ao uso do controle estatístico de processo de software (CEP) e à definição de limites de controle inferior, base e superior e a apresentação em gráficos de controle.					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				
Critério de inclusão					
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.				
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.				
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.				

Dados da Publicação					
Título:	Mining software repositories for model-driven development				
Autor (es):	ZHANG, Y., SHETH, D.				
Data Publicação:	2006				
Referência completa	ZHANG, Y., SHETH, D., "Mining software repositories for model-driven development", Software, IEEE , vol.23, no.1, pp.82-90, Jan.-Feb. 2006				
COMPENDEX		SCOPUS		IEEE	X
Resumo da Publicação					
ZHANG e SHETH (2006) apresentam informações sobre um método de CEP para definir, coletar e analisar medidas de software. Comenta Além disso, faz comentários sobre limite superior e inferior calculada para apoiar a análise do desempenho do componente de processo.					
Questão atendida					
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?				
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?				

Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Six sigma for software		
Autor (es):	BIEHL, R.E		
Data Publicação:	2004		
Referência completa	BIEHL, R.E.",Six sigma for software", 2004 IEEE Software 21 (2), pp. 68-70 12		
COMPENDEX	X	SCOPUS	X
			IEEE
Resumo da Publicação			
BIEHL, (2004) faz referência ao uso do CEP, faz comentários sobre limite superior e inferior calculada para apoiar a análise do desempenho do componente de processo. Comenta que os analistas da qualidade esperam que um processo apresente variações próximas a um valor médio e dentro de certos intervalos esperados (limites de controle). Clientes esperam ver que um processo (limites de especificação) tenha um desempenho dentro do desejado.			
Questão atendida			
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?		
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?		
Critério de inclusão			
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.		
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.		
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.		

Dados da Publicação	
Título:	Utilization of statistical process control (CEP) in emergent software organizations: Pitfalls and suggestions
Autor (es):	SARGUT, K.U., DEMIRORS, O
Data Publicação:	2006
Referência completa	SARGUT, K.U., DEMIRORS, O., "Utilization of statistical process control (SPC) in emergent software organizations: Pitfalls and suggestions", 2006 Software Quality Journal 14 (2), pp. 135-157

COMPENDEX		SCOPUS	X	IEEE
Resumo da Publicação				
<p>SARGUT e DEMIRORS, 2006 fazem comentários sobre a aplicação de CEP e sobre vários tipos de medidas e atributos. Além disso, comenta que como os dados são históricos, é difícil posteriormente entender as razões e causas que levaram aos valores medidos. Informações de contexto auxiliam no entendimento dos dados.</p> <p>Comentam pontos importantes para a aplicação do CEP aos processos de software: Medidas devem ser correspondentes com as características de qualidade dos produtos definidas pela cliente; Medidas devem ser selecionadas para as atividades que produzem itens tangíveis; CEP deve ser aplicada apenas para os processos críticos.</p> <p>Comentam que os processos devem ser capazes de produzir o produto de software desejado. CEP não pode ser aplicável a todos os processos de software. CEP deve ser aplicada somente para os processos críticos de uma organização de software. Nem todas as técnicas CEP são aplicáveis aos processos de softwares. Os processos devem ser bem definidos e estáveis, para que possam ser aplicadas as técnicas de CEP com sucesso. A origem do defeito (problema) deve ser armazenada para cada defeito.</p>				
Questão atendida				
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?			
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?			
Critério de inclusão				
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.			
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.			
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.			

Dados da Publicação				
Título:	Empirical analysis of massive maintenance processes			
Autor (es):	De Lucia, A.; Pannella, A.; Pompella, E.; Stefanucci, S			
Data Publicação:	2002			
Referência completa	De Lucia, A.; Pannella, A.; Pompella, E.; Stefanucci, S.; , "Empirical analysis of massive maintenance processes," Software Maintenance and Reengineering, 2002. Proceedings. Sixth European Conference on , vol., no., pp.5-14, 2002			
COMPENDEX		SCOPUS		IEEE X
Resumo da Publicação				

De LUCIA *et al*, (2002) apresentam os resultados da aplicação de métodos estatísticos de análise nos processo de manutenção da EDS Solution Center. É organizado em 5 seções: descrição do trabalho; apresentação do processo de manutenção; visão geral da análise e dos resultados; análise da estabilidade do processo.

Além disso, comentam que a frequência de coleta deve ser tal que permita que o processo possa monitorado e controlado dentro de um tempo viável, dentro de sua execução. Coletar e analisar dados depois que o processo foi executado é olhar dados do passado que não podem mais alterar a execução do processo. A coleta deve permitindo que ações corretivas possam ser tomadas imediatamente.

Comentam também que as medições precisam ser homogêneas e dirigidas por objetivos específicos de negócio. Medições devem ser associadas a direcionamentos de negócio e as características do processo devem direcionar a seleção de um possível conjunto de medidas e determinar suas definições operacionais.

Questão atendida

X Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?

X Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?

Critério de inclusão

X INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.

X INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.

INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Investigating suitability of software process and metrics for statistical process control		
Autor (es):	TARHAN, A.; DEMIRORS, O		
Data Publicação:	2006		
Referência completa	TARHAN, A.; DEMIRORS, O., "Investigating suitability of software process and metrics for statistical process control", 2006 Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 4257 LNCS, pp. 88-99		
COMPENDEX	X	SCOPUS	X
IEEE			
Resumo da Publicação			

<p>TARHAN e DEMITORS (2006) abordam dois requisitos para implementação de CEP e foca em resolver as dificuldades encontradas: (1) Amostragem adequada de dados da execução dos processos. Como obter dados representativos do desempenho do processo (subprocesso) para atender aos objetivos definidos.</p> <p>Comentam que os processos devem ser simples execução e com resultados constantes. Recomendam que cada processo seja descrito em atributos tais como: entradas; saídas; atividades; regras; ferramentas e técnicas. Processos que apresentam os mesmos atributos podem ser assumidos que tem execução consistente.</p> <p>(2) utilização da medida (ou adequação) para análise estatística. Incluindo a definição das medidas e suas características. Medidas devem ter definições operacionais para permitir uma aplicação coerente. As definições operacionais descrevem como as medições são feitas e como resultados serão apresentados se o procedimento de coleta for seguido.</p> <p>Apresenta exemplo de atributos de usabilidade para avaliar a utilização de medidas, além de questões e regras usadas para avaliar a usabilidade de medidas.</p>	
Questão atendida	
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Assessing the maintenance processes of a software organization: An empirical analysis of a large industrial project		
Autor (es):	DE LUCIA, ANDREA; POMPELLA, EUGENIO; STEFANUCCI, SILVIO		
Data Publicação:	2003		
Referência completa	DE LUCIA, ANDREA; POMPELLA, EUGENIO; STEFANUCCI, SILVIO", Assessing the maintenance processes of a software organization: An empirical analysis of a large industrial project", Source: Journal of Systems and Software, v 65, n 2, p 87-103, February 15, 2003		
COMPENDEX		SCOPUS	X
Resumo da Publicação			

De LUCIA *et al*, (2003) comentam que uma rigorosa gestão quantitativa e a aplicação de técnicas de CEP são as principais práticas a serem abordados para atingir os objetivos das áreas de processo do nível 4 do CMMI. No nível 3 maturidade deste modelo, as medidas são coletadas, analisadas e utilizadas para controlar o processo e fazer correções nas previsões de custos e cronograma. No nível 4 de maturidade deste modelo, as medições são analisados quantitativamente para controlar o desempenho dos processos do projeto e desenvolver um entendimento quantitativo da qualidade dos produtos para atingir as metas de qualidade específicos. Em outras palavras, a ênfase no nível 3 de maturidade do CMMI é bem estabelecida em processos e medidas, enquanto a ênfase no nível 4 de maturidade o foco é sobre o controle de estatística. Lições aprendidas: Entender a variação; Medições devem ser homogêneas e direcionadas para os objetivos de negócio; Dados não devem estar agregados; Coleta deve ser automática e frequente.

Questão atendida	
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	Tool support for measuring complexity in heterogeneous object-oriented software		
Autor (es):	WILKIE, F.G.; HARMER, T.J.		
Data Publicação:	2002		
Referência completa	WILKIE, F.G.; HARMER, T.J., "Tool support for measuring complexity in heterogeneous object-oriented software," Software Maintenance, 2002. Proceedings. International Conference on , vol., no., pp. 152- 161, 2002		
COMPENDEX	X	SCOPUS	
			IEEE X
Resumo da Publicação			
<p>WILKIE e HARMER (2002) comentam que um ingrediente essencial para a integração de medidas a um processo de software é um suporte adequado de ferramenta. Existem muitas ferramentas disponíveis para a análise automatizada de medidas desempenho. Análise manual não é viável para sistemas de tamanho significativo.</p> <p>Comentam que há muitos shareware e ferramentas comerciais de medidas. Várias ferramentas têm sido descritos na literatura, porém a maleabilidade no que diz respeito à incorporação de um processo de software em constante aperfeiçoamento, é discutível.</p> <p>Comenta a definição de uma linguagem neutra para acessar os dados, isto é, faz a interface entre a linguagem utilizada para implementação da aplicação e o meta modelo do banco de dados.</p>			
Questão atendida			

X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?
Critério de inclusão	
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.
	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.

Dados da Publicação			
Título:	A metrics suite for static structure of large-scale software based on complex networks		
Autor (es):	HAOHUA, ZHANG; HAI, ZHAO; WEI, CAI; MING, ZHAO; GUILAN, LUO,		
Data Publicação:	2008		
Referência completa	HAOHUA, ZHANG; HAI, ZHAO; WEI, CAI; MING, ZHAO; GUILAN, LUO, "A metrics suite for static structure of large-scale software based on complex networks", Source: Proceedings - 2008 4th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IIH-MSP 2008, p 512-515, 2008, Proceedings - 2008 4th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, IIH-MSP 2008		
COMPENDEX	X	SCOPUS	IEEE
Resumo da Publicação			
HAOHUA <i>et al.</i> (2008) propõem um conjunto de medidas integradas e comum para os sistemas de grande escala com base em redes complexas e ajudar os desenvolvedores a melhorar a compreensão, avaliação e controle da qualidade. Este artigo é organizado da seguinte forma. Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados. Seção 3 a representação da estrutura estática do software. Seção 4 constrói um conjunto relativamente completo de medidas. A seção 5 analisa os dados reais coletados e comprova a viabilidade de medidas. No fim, a Seção 6 resume e conclui este trabalho.			
Questão atendida			
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?		
	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?		
Critério de inclusão			
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.		
	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.		
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.		

Dados da Publicação			
Título:	Applying SPC to autonomic computing		
Autor (es):	Qian-Li Zhang; Ji Gao		
Data Publicação:	2004		
Referência completa	Qian-Li Zhang; Ji Gao; , "Applying SPC to autonomic computing," Machine Learning and Cybernetics, 2004. Proceedings of 2004 International Conference on , vol.2, no., pp. 744- 749 vol.2, 26-29 Aug. 2004		
COMPENDEX		SCOPUS	IEEE X
Resumo da Publicação			
ZHANG e GAO (2004) fazem comentários sobre: a utilização de controle estatístico de processo de software; sobre limites de controle; atividades do processo de medição; o que deve ser medido e porque o CEP é necessário; apresenta os passos para a avaliação da estabilidade; apresenta 5 razões para se usar gráficos de controle; e por fim, gráficos de controle com medições ordenadas por data.			
Questão atendida			
X	Q01 - Quais são os principais requisitos / características para a definição e uso de repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processo de software?		
X	Q02 - Quais são os principais atributos que definem uma medida?		
Critério de inclusão			
X	INC01 - Apresenta experiência de implementação e/ou uso de repositório de medidas para controle estatístico de processo de software e/ou Informação sobre ferramental de apoio para armazenamento de medidas a serem utilizadas no controle estatístico de processo de software e/ou requisitos necessários para a definição de repositório de medidas.		
X	INC02 - Apresenta informações necessárias para definição de medidas de software.		
X	INC03 - Apresenta informações relevantes sobre controle estatístico de processo de software.		

ANEXO II – MEDIÇÃO DE SOFTWARE: TERMINOLOGIA

Este anexo contém definições de termos relacionados à medição, comumente utilizados na indústria de software conforme a norma ISO/IEC 15939:2001. Este conjunto de definições é relevante para o entendimento do trabalho desta dissertação.

1 Introdução

A norma ISO/IEC 15939:2001 fornece definições para termos comumente utilizados na indústria de software com base no vocabulário de termos básicos e gerais de metrologia da ISO/IEC, conforme apresentado a seguir:

- **Atributo:** Propriedade ou característica de uma entidade que pode ser distinguida quantitativa ou qualitativamente por meios humanos ou automáticos;
- **Medidas básicas:** Medida definida em termos de um atributo e dos métodos para quantificá-lo. Uma medida básica é funcionalmente independente de outras medidas;
- **Dados:** Coleção de valores atribuídos a medidas básicas, medidas derivadas e/ou indicadores;
- **Medida derivada:** Medida que é definida como uma função de dois ou mais valores de medidas básicas;
- **Entidade:** Objeto que se pretende caracterizar através da medição de seus atributos. Pode ser um processo, produto, projeto ou recurso;
- **Indicador:** Medida que fornece uma estimativa ou avaliação de atributos específicos derivados de um modelo relativo às necessidades de informação definidas;
- **Valor do indicador:** Resultado numérico ou categórico atribuído a um indicador;

- Necessidade de informação: Informação necessária para gerenciar objetivos, metas, riscos e problemas;
- Produto de informação: Um ou mais indicadores e suas respectivas interpretações, atendendo uma determinada necessidade de informação. Exemplo: a comparação das taxas de defeitos medida planejada, junto com uma avaliação que indique se a diferença constitui ou não um problema;
- Medida: Variável à qual um valor é atribuído como resultado de uma medição;
- Medidas: Utilizado para referenciar de um modo genérico medidas básicas, medidas derivadas e indicadores;
- Medir: Fazer uma medição;
- Conceito mensurável: Relação abstrata entre atributos de entidades e necessidades de informação. Uma idéia de quais atributos mensuráveis tem relação com uma necessidade de informação, e como são relacionados. Aquele que planeja a medição deve definir os conceitos de medição que ligam esses atributos a uma determinada necessidade de informação;
- Medida derivada: Medida que é definida como uma função de dois ou mais valores de medidas básicas;
- Medição: Conjunto de operações que têm por objetivo determinar o valor de uma medida;
- Função de medição: Algoritmo ou cálculo realizado para combinar duas ou mais medidas básicas;
- Método de medição: Sequência lógica de operações, descritas genericamente, utilizada para quantificar um atributo com relação a uma dada escala. O tipo de medição depende da natureza das operações utilizadas para quantificar um atributo, podendo ser:
 - Subjetiva – quantificação envolvendo julgamento humano;
 - Objetivo – Quantificação baseada em regras numéricas.

- Procedimento de medição: Conjunto de operações, descritas detalhadamente, utilizadas na realização de uma determinada medição, de acordo um dado método;
- Processo de medição: O processo de estabelecer, planejar, executar e avaliar medição de software de um projeto ou organização.
- Modelo: Algoritmo ou cálculo combinando uma ou mais medidas básicas e/ou derivadas, envolvendo critérios de decisão;
- Escala: Conjunto ordenado de valores, contínuo ou discreto, ou conjunto de categorias às quais os atributos são mapeados. O tipo da escala depende da natureza da relação entre os valores da escala. A norma cita quatro tipos de escala:
 - Nominal: os valores de medição são categóricos, sem definição de ordem entre as categorias;
 - Ordinal: os valores de medição são classificados em ordem;
 - Intervalo: os valores de medição mantêm distâncias iguais, correspondentes a quantidades iguais do atributo medido;
 - Racional: os valores de medição mantêm distâncias iguais correspondentes a iguais quantidades do atributo medido, possuindo um valor zero que corresponde à ausência do atributo.
- Valor: Resultado numérico ou categórico atribuído a uma medida básica, derivada ou indicador;
- Unidade de medição: Quantidade definida e adotada por convenção, com as quais outras quantidades do mesmo tipo são comparadas de modo a expressar sua magnitude com relação a essa quantidade definida.

ANEXO III – SUBONTOLOGIAS QUE COMPÕEM A ONTOLOGIA DE MEDIÇÃO DE SOFTWARE

Neste anexo são descritos os modelos das sete divisões da ontologia de Medição de Software apresentada por BARCELLOS (2009). Em adição, são apresentadas as regras de negócios obtidas a partir dos axiomas a serem implementadas nas funcionalidades de manutenção do repositório de medidas.

1 Ontologia de Medição de Software

A Ontologia de Medição de Software apresentada por BARCELLOS (2009) foi dividida em sete subontologias. A Figura 1.1 tem como objetivo apresentar visualmente as subontologias que compõem a Ontologia de Medição de Software e os relacionamentos entre elas. Também apresenta as relações com as ontologias de Processos de Software e de Organização de Software.

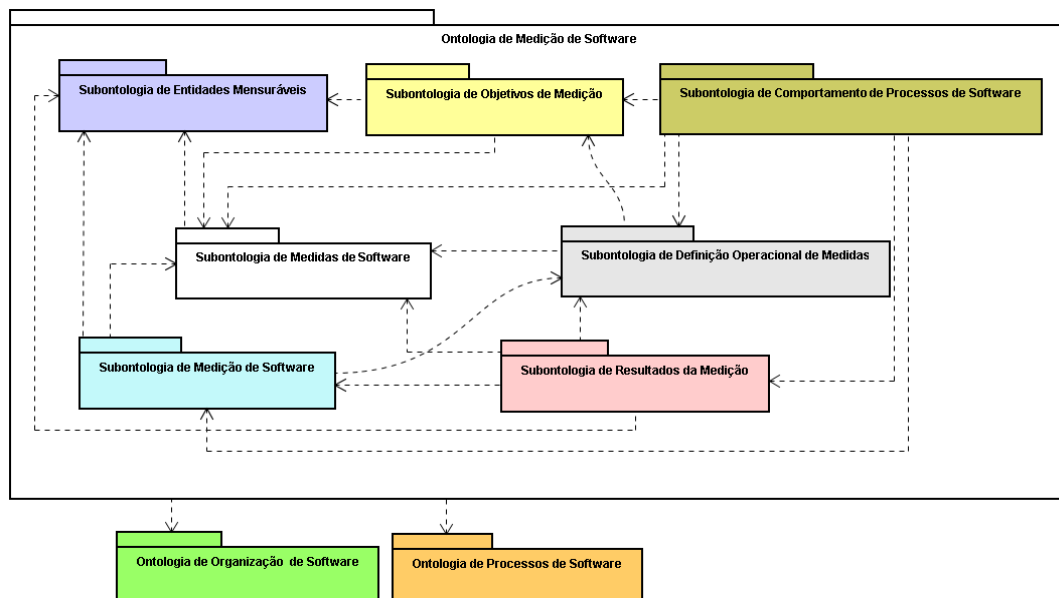


Figura 1.1 – Ontologia de Medição de Software: subontologias e ontologias integradas (BARCELLOS, 2009).

A Subontologia de Entidades Mensuráveis trata das entidades que podem ser submetidas à medição e de suas propriedades que podem ser medidas. Segundo

BARCELLOS (2009), uma Entidade Mensurável pode ser caracterizada pela medição de elementos mensuráveis utilizados para caracterizar entidades do seu tipo, podendo uma entidade mensurável, no contexto de medições de software, ser, dentre outros, uma Organização, uma Unidade Organizacional, um Recurso Humano, um Projeto, um Processo de Software Padrão, uma Ocorrência de Processo de Software, uma Ocorrência de Atividade, um Artefato ou um Recurso.

A Subontologia de Objetivos de Medição trata do alinhamento da medição de software com os objetivos estratégicos. Segundo BARCELLOS (2009), no contexto da medição de software, um objetivo pode ser um Objetivo Estratégico, um Objetivo de Software ou um Objetivo de Medição. BARCELLOS (2009) afirma que um objetivo estratégico expressa a intenção pela qual ações estratégicas são planejadas e realizadas. Um objetivo de software expressa a intenção pela quais ações relacionadas à área de software de uma organização são planejadas e realizadas. Por fim, um objetivo de medição expressa a intenção pela qual ações relacionadas à medição de software são planejadas e realizadas. Objetivos de software e objetivos de medição são definidos com base em objetivos estratégicos, sendo que objetivos de medição também podem ser definidos com base em objetivos de software. Objetivos identificam Necessidades de Informação que são quantificadas por elementos mensuráveis e atendidas por medidas, que por sua vez, podem ser utilizadas para indicar o alcance a objetivos.

A Subontologia de Medidas de Software trata dos conceitos básicos relacionados à definição de medidas de software.

A Subontologia de Definição Operacional de Medida trata do detalhamento de aspectos relacionados à coleta e análise de medidas, estabelecido por uma organização de acordo com seus objetivos de medição.

A Subontologia de Medição de Software trata da medição propriamente dita, ou seja, a coleta e armazenamento dos dados para as medidas. Segundo BARCELLOS (2009), Medição é uma ação que visa medir um Elemento Mensurável de uma Entidade Mensurável, aplicando-se uma Medida e obtendo-se um Resultado de Medição que define um valor medido.

A Subontologia de Resultados da Medição trata da análise dos dados coletados para as medidas para obtenção das informações de apoio as decisões.

A Subontologia de Comportamento de Processo trata da aplicação dos resultados da medição na análise do comportamento de processos.

A seguir, é apresentado o modelo de cada uma das sete subontologias que compõem a Ontologia de Medição de Software proposta por BARCELLOS (2009):

1) Subontologia de Entidades Mensuráveis:

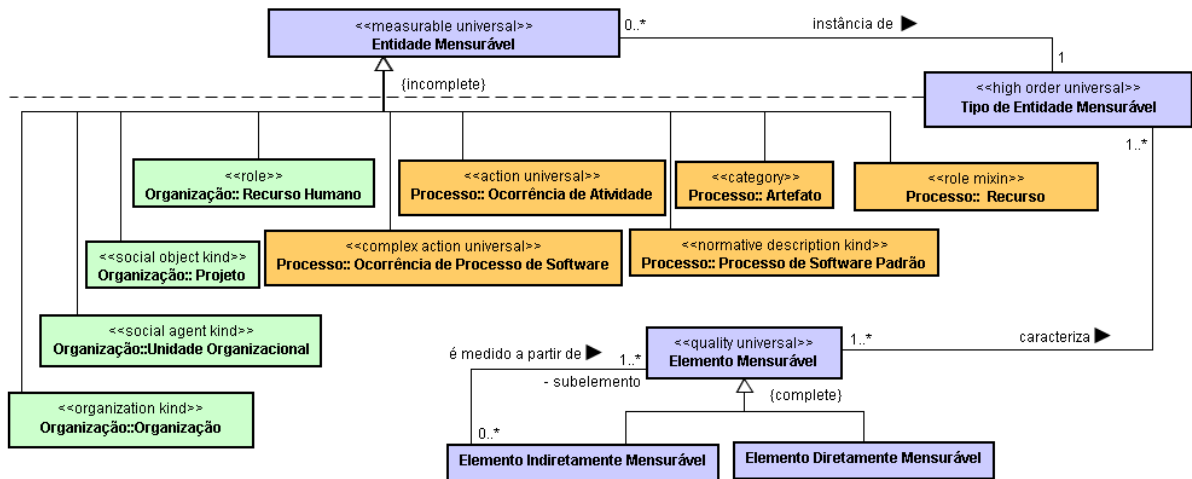


Figura 1.2 – Modelo da Subontologia de Entidades Mensuráveis.

2) Subontologia de Objetivos de Medição:

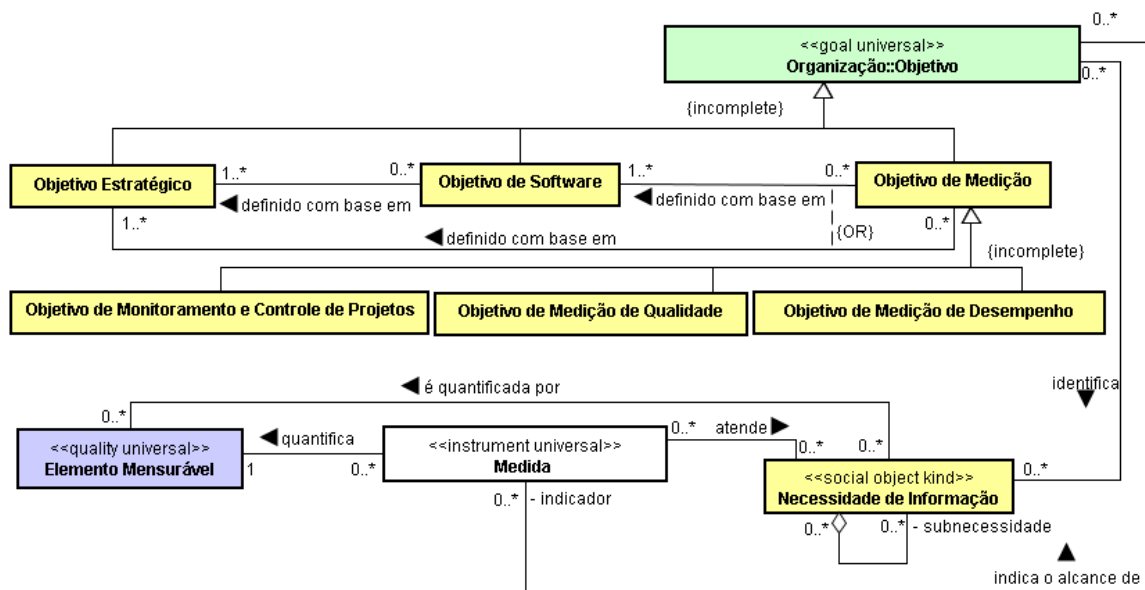


Figura 1.3 – Modelo da Subontologia de Objetivos de Medição.

4) Subontologia de Definição Operacional de Medidas:

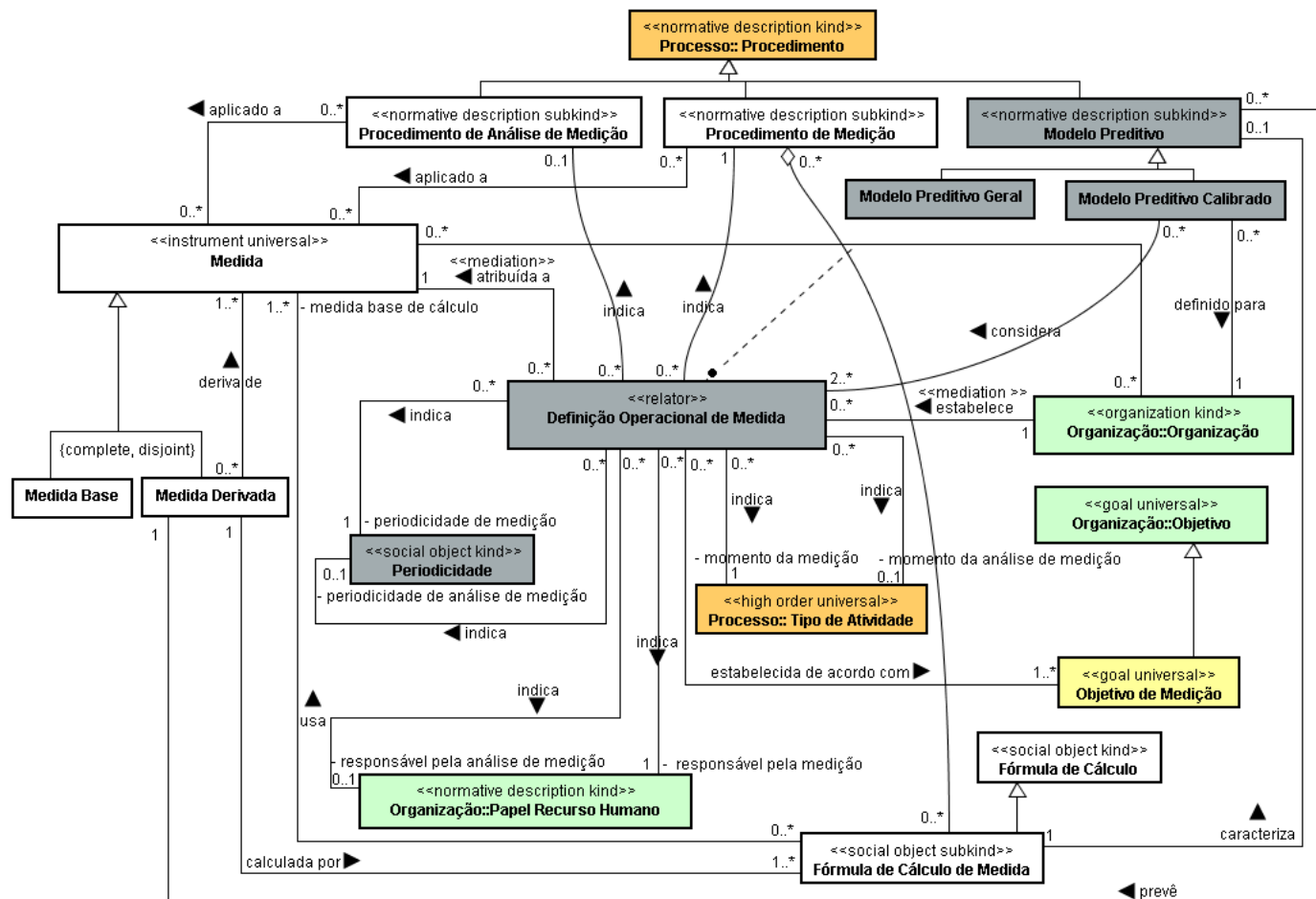


Figura 1.4 – Modelo da Subontologia de Definição Operacional de Medidas.

5) Subontologia de Medição de Software:

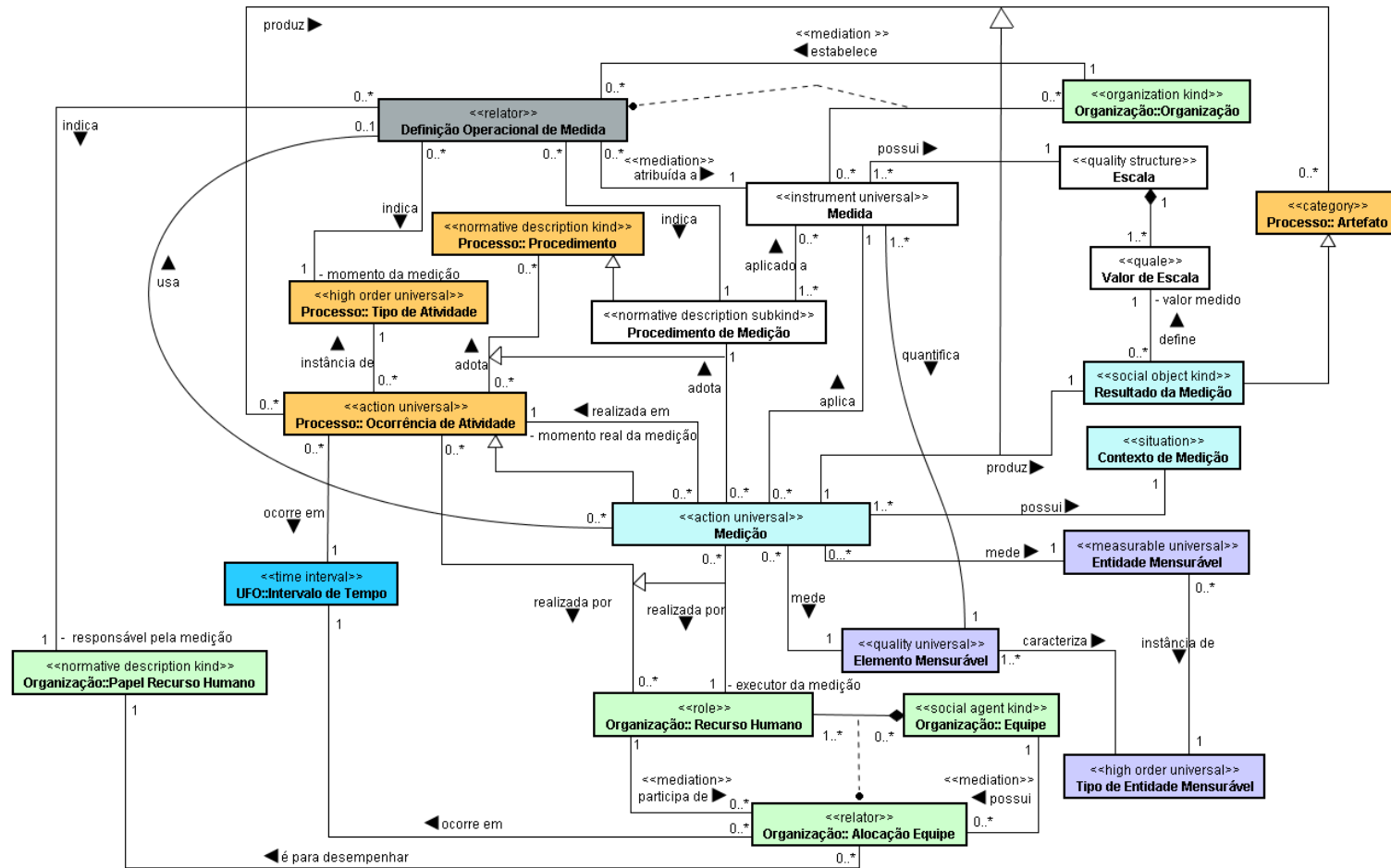


Figura 1.6 – Modelo da Subontologia de Medição de Software.

6) Subontologia de Resultados da Medição:

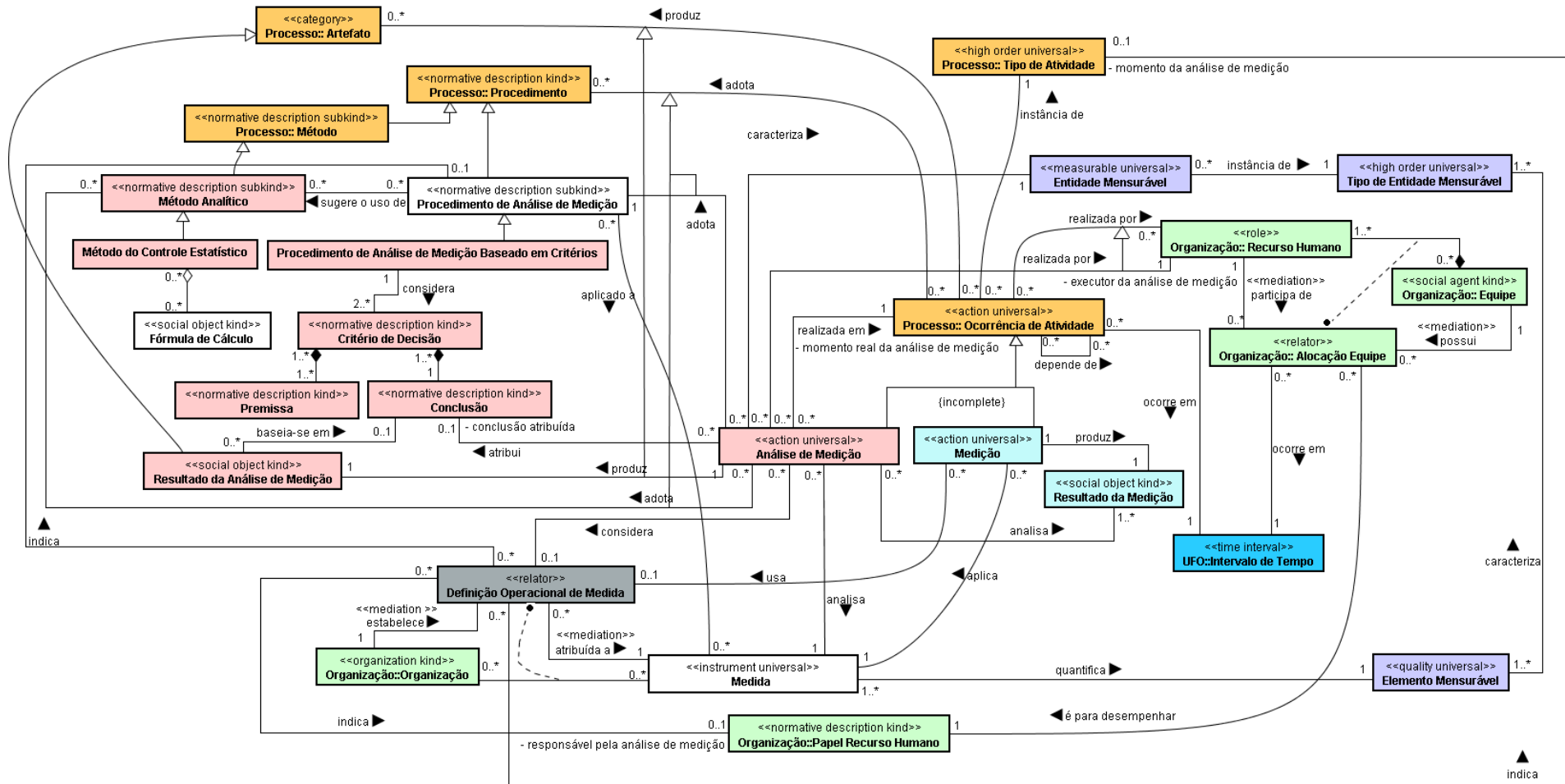


Figura 1.7 – Modelo da Subontologia de Resultados da Medição.

7) Subontologia de Comportamento de Processos:

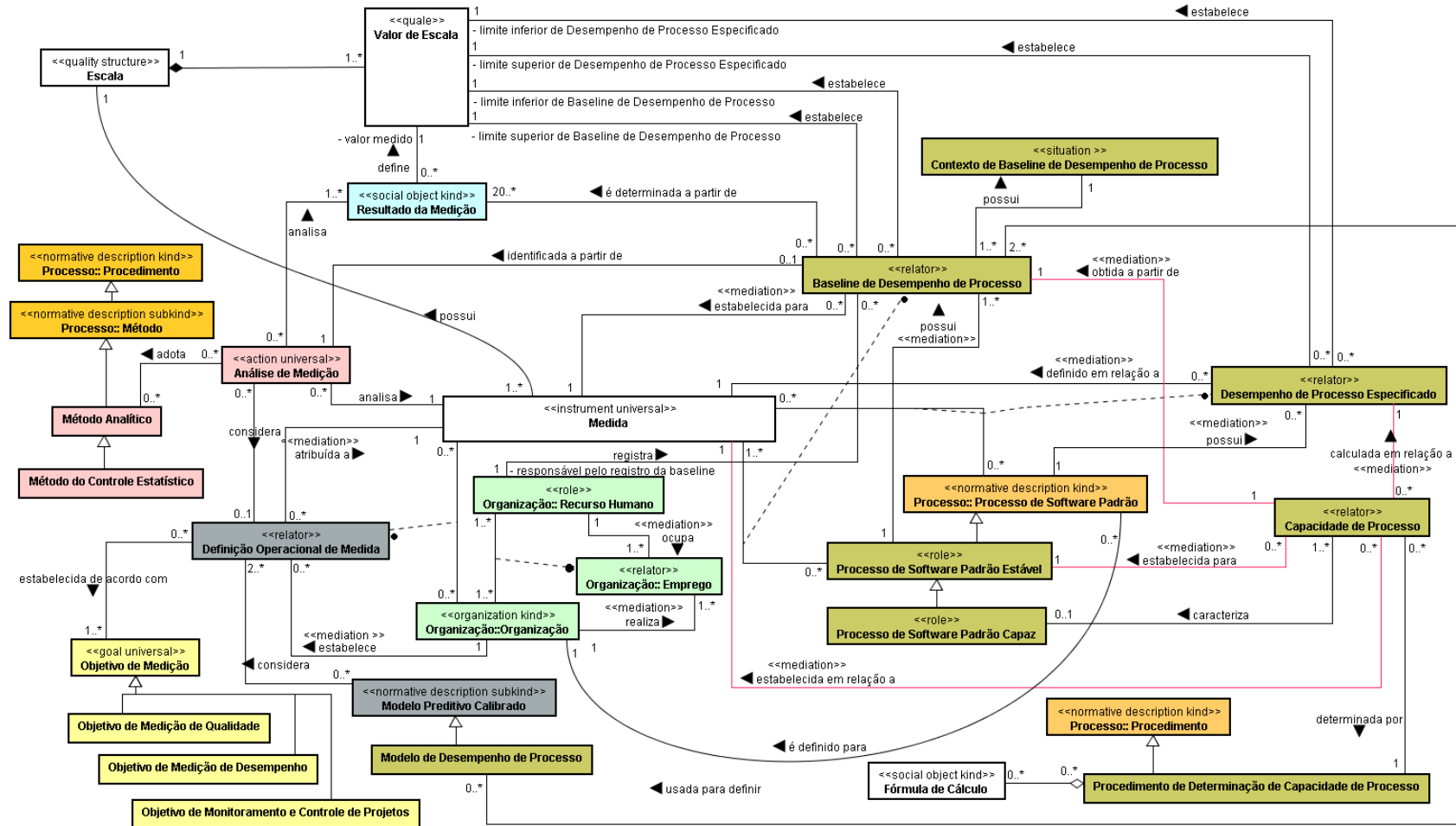


Figura 1.8 – Modelo da Subontologia de Comportamento de Processos

2 Axiomas

Os axiomas que compõem a Ontologia de Medição de Software são dependentes do domínio e, como tal, classificam-se em axiomas de consolidação ou axiomas de derivação. Um axioma de consolidação impõe restrições que precisam ser atendidas para que uma relação seja estabelecida consistentemente. Um axioma de derivação, por sua vez, representa o conhecimento declarativo que pode derivar novo conhecimento a partir de conhecimento factual representado na ontologia, mas que não é capturado pela estruturação de conceitos e relações da ontologia (BARCELLOS, 2009 *apud* FALBO, 2004).

A seguir são apresentados os axiomas provenientes da Ontologia de Medição de Software a serem implementados como regras de negócio nas funcionalidades de manutenção do repositório de medidas conforme cada caso:

- 1) Se um elemento mensurável é subelemento de um elemento indiretamente mensurável, então o elemento mensurável e o elemento indiretamente mensurável devem caracterizar o mesmo tipo de entidade mensurável.
- 2) Se uma entidade mensurável é de um tipo de entidade mensurável e o elemento mensurável caracteriza o tipo de entidade mensurável, então o elemento mensurável caracteriza a entidade mensurável.
- 3) Se um elemento indiretamente mensurável “A” é subelemento de um elemento indiretamente mensurável “B” e um elemento mensurável “C” é subelemento de “A”, então o elemento mensurável “C” é subelemento de “B”.
- 4) Se um elemento mensurável “A” é um elemento diretamente mensurável e é subelemento de um elemento indiretamente mensurável “B”, então o elemento mensurável “A” é subelemento diretamente mensurável de “B”.
- 5) Se uma medida derivada “MD” quantifica um elemento indiretamente mensurável “EI” e “MD” deriva de uma medida “M”, então existe um elemento mensurável “E” que é quantificado pela medida “M” e que é subelemento de “EI”.
- 6) Se um procedimento de medição é aplicado a uma medida qualitativa, então o procedimento de medição não possui fórmula de cálculo de medida.

- 7) Se uma medida derivada é calculada pela fórmula de cálculo de medida, então deve existir um procedimento de medição aplicado a medida derivada que agregue a fórmula de cálculo de medida.
- 8) Se uma medida “M1” é calculada pela fórmula de cálculo de medida que usa a medida “M2”, então “M2” é uma medida correlata a “M1”.
- 9) Se uma medida derivada é calculada por uma fórmula de cálculo de medida que usa uma medida base para cálculo, então a medida derivada deve ser derivada da medida base.
- 10) Se um objetivo de medição é definido com base em um objetivo de software e este é definido com base em um objetivo estratégico, então objetivo de medição é definido com base em objetivo estratégico.
- 11) Se uma medida é um indicador do alcance a um objetivo, então existe uma necessidade de informação identificada pelo objetivo que é atendida pela medida.
- 12) Se uma necessidade de informação é quantificada por um elemento mensurável, então deve existir uma medida que atende à necessidade de informação e quantifica o elemento mensurável.
- 13) Se uma definição operacional de medida atribuída a uma medida indica um procedimento de medição, então o procedimento de medição deve ser um procedimento de medição aplicado à medida.
- 14) Se uma definição operacional de medida atribuída a uma medida indica um procedimento de análise de medição, então o procedimento de análise de medição deve ser um procedimento de análise de medição aplicado à medida.
- 15) Uma medição que mede uma entidade mensurável de um tipo de entidade mensurável só pode medir elementos mensuráveis que caracterizam o tipo de entidade mensurável.
- 16) Se uma medição aplica uma medida e a medição mede um elemento mensurável, então a medida deve quantificar o elemento mensurável.
- 17) Se uma medição aplica uma medida e a medição mede um elemento diretamente mensurável, então a medida deve ser uma medida base que quantifica o elemento diretamente mensurável.

- 18) Se uma medição aplica uma medida e a medição mede um elemento indiretamente mensurável, então a medida deve ser uma medida derivada que quantifica o elemento indiretamente mensurável.
- 19) Se uma medição aplica uma medida e usa um procedimento e medição, então o procedimento de medição deve ser aplicável à medida.
- 20) Uma medição só pode usar uma definição operacional de medida atribuída à medida aplicada na medição. Ou seja: se uma medição é realizada para uma medida e usa uma definição operacional de medida, então esta deve ser uma definição operacional de medida atribuída à medida.
- 21) Se uma medição usa uma definição operacional de medida e esta indica o procedimento de medição, então a medição deve usar o procedimento de medição.
- 22) Se uma medição aplica uma medida com uma determinada escala e produz um resultado de medição que define como valor medido um valor de escala, então este deve ser um valor da escala.
- 23) Se uma análise de medição AN-MDC caracteriza uma entidade mensurável EMS do tipo de entidade mensurável TP-EMS e a análise de medição AN-MDC analisa uma medida MDD, então existe um elemento mensurável ELM que caracteriza o tipo de entidade mensurável TP-EMS e é quantificado pela medida MDD.
- 24) Se uma análise de medição AN-MDC analisa uma medida MDD e adota o procedimento de análise de medição PRD-AN, então PRD-AN deve ser aplicável a MDD.
- 25) Se uma análise de medição AN-MDC adota um procedimento de análise de medição PRD-AN e AN-MDC adota o método analítico MTD-AN, então o procedimento de análise de medição PRD-AN deve sugerir o uso de MTD-NA.
- 26) Se uma necessidade de informação é quantificada por um elemento mensurável, então deve existir uma medida que atende à necessidade de informação e quantifica o elemento mensurável.
- 27) Se uma análise de medição AN-MDC analisa uma medida MDD, então qualquer resultado de medição RS-MDC analisado em AN-MDC deve ter sido produzido por uma medição MDC que aplica a medida MDD.

- 28) Se uma análise de medição AN-MDÇ analisa um resultado de medição RS-MDÇ produzido por uma medição MDÇ, então a análise de medição AN-MDÇ depende da medição MDÇ.
- 29) Se uma análise de medição AN-MDÇ analisa uma medida MDDe considera uma definição operacional de medida dom, então dom deve ser uma definição operacional de medida atribuída à MDD.
- 30) Se uma análise de medição AN-MDÇ considera uma definição operacional de medida dom e a definição operacional de medida dom indica o procedimento de análise de medição PRD-AN, então AN-MDÇ deve adotar PRD-AN.
- 31) Se uma análise de medição AN-MDÇ considera uma definição operacional de medida DOM e AN-MDÇ é realizada em uma ocorrência de atividade OC-ATV (momento real da análise de medição) que é instância do tipo de atividade TP-ATV, então o tipo de atividade TP-ATV deve ser o momento da análise de medição indicado na definição operacional de medida DOM.
- 32) Se uma análise de medição AN-MDÇ analisa um resultado de medição RS-MDÇ produzido pela medição MDÇ, então a definição operacional de medida DOM considerada pela análise de medição AN-MDÇ deve ser a mesma definição operacional de medida usada pela medição MDÇ.
- 33) Se uma baseline de desempenho de processo BL-DSM é estabelecida para a medida MDDe BL-DSM é identificada a partir de uma análise de medição AN-MDÇ, então AN-MDÇ deve analisar a medida MDD.
- 34) *Baselines* de desempenho só podem ser estabelecidas para medidas cuja definição operacional considerada é estabelecida de acordo com um objetivo de medição de desempenho. Ou seja: Se uma *baseline* de desempenho de processo BL-DSM é identificada a partir de uma análise de medição AN-MDÇ que considera uma definição operacional de medida DOM, então DOM deve ter sido estabelecida de acordo com um objetivo de medição de desempenho OBJ-MD.
- 35) Se uma baseline de desempenho BL-DSM é identificada a partir de uma análise de medição AN-MDÇ que considera uma definição operacional de medida DOM e BL-DSM é usada para definir um modelo de desempenho de processo MDP, então DOM deve ser considerada por MDP.

- 36) Se uma *baseline* de desempenho de processo BL-DSM é identificada a partir de uma análise de medição AN-MDÇ, então a análise de medição AN-MDÇ deve adotar um método do controle estatístico MTD-EST.
- 37) Se uma *baseline* de desempenho BL-DSM é identificada a partir de uma análise de medição AN-MDÇ e determinada por um resultado de medição RES-MDÇ, então o resultado de medição RES-MDÇ deve ser analisado pela análise de medição AN-MDÇ.
- 38) Se um valor de escala VL-ESC é um limite inferior de uma *baseline* de desempenho de processo BL-DSM estabelecida para a medida MDDcuja escala é esc, então VL-ESC deve ser um valor da escala ESC.
- 39) Se um valor de escala VL-ESC é um limite inferior de um desempenho de processo especificado DSP-ES definido em relação à MDDcuja escala é ESC, então VL-ESC deve ser um valor da escala ESC.
- 40) Se um valor de escala VL-ESC é um limite superior de um desempenho de processo especificado DSP-ES definido em relação à MDD cuja escala é ESC, então VL-ESC deve ser um valor da escala ESC.
- 41) Se uma capacidade de processo CPP é estabelecida em relação a uma medida MDD e é obtida a partir de uma *baseline* de desempenho de processo BL-DSM, então BL-DSM deve ser estabelecida para a medida MDD.
- 42) Se uma capacidade de processo CPP é estabelecida em relação à medida MDD e é calculada em relação a um desempenho de processo especificado DSP-ES, então DSP-ES deve ser definido em relação àMDD.

ANEXO IV – DDL’S PARA CONSTRUÇÃO FÍSICA DO REPOSITÓRIO DE MEDIDAS

Neste anexo são apresentadas as entidades, os respectivos atributos e as DDL’s utilizadas para geração física do repositório de medidas.

1 Entidades e atributos

A tabela 1.1 apresenta a relação de entidades e atributos utilizada para apoiar a construção do modelo físico de dados na ferramenta EA – *Enterprise Architect*.

Tabela 1.1 - Entidades e atributos.

Entidade	Atributo	Chave ¹⁰	Nome / Obs
AnaliseMedicao	CodigoAnaliseMedicao	PK	
	DataAnaliseMedicao		Data de realização da Análise
	DataInicialAnaliseMedicao		Data Inicial das Medições Analisadas
	DataFinalAnaliseMedicao		Data Final das Medições Analisadas
	ResultadoAnaliseMedicao		Descrição do Resultado da Análise da Medição
	MnemonicoMedida	FK	Mnemônico da Medida
	CodigoDefinicaoOperacionalMedida	FK	Lista de seleção com DefinicaoOperacionalMedida
	CodigoMomentoRealMedicao	FK	Momento RealMedição. {CodigoEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel = Componente Processo}
	CodigoEntidadeMensuravel	FK	Entidade Mensurável. Representa a entidade mensurável que está sendo medida, como por exemplo: um determinado projeto, uma determinada organização, etc.
	CodigoPerfilRecursoHumano	FK	Perfil do Recurso Humano que realiza a análise
CodigoBaselineDesempenhoProcesso	FK	Lista de seleção com BaselineDesempenhoProcesso	
AnaliseMedicaoMedicao	CodigoAnaliseMedicao	PK	
	CodigoMedicao	PK	
PerfilRecursoHumano	CodigoPerfilRecursoHumano	PK	
	DescricaoPerfilRecursoHumano		Perfil do Recurso Humano
EntidadeMensuravel	CodigoEntidadeMensuravel	PK	
	NomeEntidadeMensuravel		Entidade Mensurável
	CodigoTipoEntidadeMensuravel	FK	Tipo de Entidade Mensurável Lista de seleção com TipoEntidadeMensuravel
TipoEntidadeMensuravel	CodigoTipoEntidadeMensuravel	PK	
	TipoEntidadeMensuravel		Tipo de Entidade Mensurável
ElementoMensuravel	CodigoElementoMensuravel	PK	

¹⁰PK: indica que o atributo é chave primária da entidade.

FK: indica que o atributo é chave estrangeira.

Entidade	Atributo	Chave ¹⁰	Nome / Obs
	NomeElementoMensuravel		Elemento Mensurável
CaracteristicaEntidadeMensuravel	CodigoCaracteristicaEntidadeMensuravel	PK	
	DescricaoCaracteristicaEntidadeMensuravel		Característica Entidade Mensurável
EntidadeMensuravelCaracteristicaEntidadeMensuravel	CodigoEntidadeMensuravel	PK	
	CodigoCaracteristicaEntidadeMensuravel	PK	
ElementoMensuravelTipoEntidadeMensuravel	CodigoElementoMensuravel	PK	
	CodigoTipoEntidadeMensuravel	PK	
Objetivo	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao	PK	
	DescricaoObjetivoNecessidadeInformacao		Descrição Objetivo / Necessidade de Informação
	CodigoTipoObjetivoNecessidadeInformacao	FK	Tipo Objetivo / Necessidade de Informação
	CodigoTipoObjetivoMedicao	FK	Tipo Objetivo de Medição Pode ser: objetivo de medição de desempenho; objetivo de monitoramento e controle de projeto; objetivo de medição de qualidade.
TipoObjetivoNecessidadeInformacao	CodigoTipoObjetivoNecessidadeInformacao	PK	
	TipoObjetivoNecessidadeInformacao		Tipo Objetivo / Necessidade de Informação Pode ser: Objetivo de Medição; Objetivo de Software; Objetivo Estratégico ou Necessidade de Informação. Pode ser criado um tipo novo, diferente dos anteriores, como por exemplo: Questão.
TipoObjetivoMedicao	CodigoTipoObjetivoMedicao	PK	
	TipoObjetivoMedicao		Tipo Objetivo de Medição Pode ser: Objetivo de medição de desempenho; Objetivo de monitoramento e controle de projeto; Objetivo de medição de qualidade.
ObjetivoObjetivoNecessidadeInformacao	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao	PK	
	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao Associado	PK	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao
MedidaObjetivoNecessidadeInformacao	MnemonicoMedida	PK	
	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao	PK	
NecessidadeInformacaoElementoMensuravel	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao	PK	
	CodigoElementoMensuravel	PK	
Medida	MnemonicoMedida	PK	Mnemônico Medida
	NomeMedida		Nome Medida
	DefinicaoMedida		Definição da Medida
	TipoMedida		Tipo de Medida. Pode ser Medida Base ou Derivada
	CodigoFormulaCalculoMedida	FK	Lista de seleção com DescricaoFormulaCalculo
	CodigoValorEscala	FK	Lista de seleção com ValorEscala
	CodigoFerramentaUtilizada	FK	Lista de seleção com NomeFerramentaUtilizada
	CodigoLocalArmazenamento	FK	Lista de seleção com DescricaoLocalArmazenamento
	CodigoUnidadeMedida	FK	Lista de seleção com DescricaoUnidadeMedida

Entidade	Atributo	Chave ¹⁰	Nome / Obs
	CodigoMetodoComunicacaoDivulgacao	FK	Lista de seleção com DescricaoMetodoComunicacaoDivulgacao
	CodigoElementoMensuravel	FK	Lista de seleção com NomeElementoMensuravel
	IntervaloEsperadoDados		
FerramentaUtilizada	CodigoFerramentaUtilizada	PK	
	DescricaoFerramentaUtilizada		Descrição Ferramenta Utilizada
FormulaCalculoMedida	CodigoFormulaCalculoMedida	PK	
	DescricaoFormulaCalculoMedida		
ValorEscala	CodigoValorEscala	PK	
	ValorEscala		ValorEscala
	NaturezaEscala		Natureza Escala
	CodigoTipoEscala	FK	Lista de seleção com NomeTipoEscala
TipoEscala	CodigoTipoEscala	FK	
	NomeTipoEscala	FK	Tipo Escala
LocalArmazenamento	CodigoLocalArmazenamento	PK	
	DescricaoLocalArmazenamento		Descrição Local de Armazenamento
UnidadeMedida	CodigoUnidadeMedida	PK	
	SiglaUnidadeMedida		Sigla Unidade de Medida
	DescricaoUnidadeMedida		Descrição Unidade de Medida
MetodoComunicacaoDivulgacao	CodigoMetodoComunicacaoDivulgacao	PK	
	DescricaoMetodoComunicacaoDivulgacao		Método de Comunicação ou Divulgação
DefinicaoOperacionalMedida	CodigoDefinicaoOperacionalMedida	PK	
	DefinicaoOperacionalMedida		
	MnemonicoMedida	FK	Lista de seleção com NomeMedida
	CodigoProcedimentoMedicao	FK	Procedimento de Medição. Lista de seleção com DescricaoProcedimentoMedicao
	CodigoProcedimentoAnaliseMedicao	FK	Procedimento de Análise de Medição. Lista de seleção com DescricaoProcedimentoAnaliseMedicao
	CodigoMomentoMedicao	FK	Momento da Medição Lista de seleção comNomeEntidadeMensuravel (com TipoEntidadeMensuravel igual a ComponenteProcesso)
	CodigoMomentoAnaliseMedicao	FK	Momento da Análise Medição Lista de seleção com NomeEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel igual a ComponenteProcesso)
	CodigoPerfilResponsavelMedicao	FK	Responsável pela Medição Lista de seleção com DescricaoPerfilRecursoHumano
	CodigoPerfilResponsavelAnaliseMedicao	FK	Responsável pela Análise da Medição Lista de seleção com DescricaoPerfilRecursoHumano
	CodigoPeriodicidadeAnaliseMedicao	FK	Periodicidade Análise da Medição Lista de seleção com DescricaoPeriodicidade
	CodigoPeriodicidadeMedicao	FK	Periodicidade da Medição Lista de seleção com DescricaoPeriodicidade
ProcedimentoMedicao	CodigoProcedimentoMedicao	PK	
	DescricaoProcedimentoMedicao		Procedimento Medição

Entidade	Atributo	Chave ¹⁰	Nome / Obs
ProcedimentoAnaliseMedicao	CodigoProcedimentoAnaliseMedicao	PK	
	DescricaoProcedimentoAnaliseMedicao		Procedimento de Análise de Medição
DefinicaoOperacionalMedidaObjetivoMedicao	CodigoDefinicaoOperacionalMedida	PK	
	CodigoObjetivoNecessidadeInformacao	PK	
DefinicaoOperacionalMedidaModeloDesempenhoProcesso	CodigoDefinicaoOperacionalMedida	PK	
	CodigoModeloDesempenhoProcesso	PK	
ModeloDesempenhoProcesso	CodigoModeloDesempenhoProcesso	PK	
	DescricaoModeloDesempenhoProcesso		Modelo de Desempenho de Processo
	CodigoTipoModeloDesempenhoPreditivo	FK	Lista de seleção com DescricaoTipoModeloDesempenhoPreditivo
TipoModeloDesempenhoProcesso	CodigoTipoModeloDesempenhoProcesso	PK	
	DescricaoTipoModeloDesempenhoPreditivo		
Periodicidade	CodigoPeriodicidade	PK	
	DescricaoPeriodicidade		Periodicidade
Medicao	CodigoMedicao	PK	
	DataMedicao	FK	Data de Medição. Apresenta inicialmente a data corrente que pode ser alterada.
	MnemonicoMedida	FK	Lista de seleção com NomeMedida
	CodigoEntidadeMensuravel	FK	Entidade Mensurável. Lista de seleção com NomeEntidadeMensuravel. Representa o que está sendo medido, como por exemplo: o nome de um determinado projeto, o nome de uma determinada organização, etc. Deve apresentar associado também o TipoEntidadeMensuravel
	CodigoMomentoRealMedicao	FK	Lista de seleção com NomeEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel igual a "Componente de Processo".
	CodigoElementoMensuravel	FK	Lista de seleção com NomeElementoMensuravel
	CodigoPerfilRecursoHumano	FK	Lista de seleção com DescricaoPerfilRecursoHumano
	CodigoContextoMedicao	FK	Lista de seleção com CodigoContextoMedicao.
	CodigoDefinicaoOperacionalMedida	FK	DefinicaoOperacionalMedida Lista de seleção com DefinicaoOperacionalMedida com o mesmo MnemonicoMedida da Medição
	ResultadoMedicao		
ContextoMedicao	CodigoContextoMedicao	PK	
	DescricaoContextoMedicao		Contexto Medição
BaselineDesempenhoProcesso	CodigoBaselineDesempenhoProcesso	PK	
	MnemonicoMedida	FK	Nome da Medida. Lista de seleção com NomeMedida
	CodigoComponenteProcesso	FK	Entidade Mensurável Lista de seleção com as ocorrências de NomeEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel igual a "Componente de Processo".
	DataBaselineDesempenhoProcesso		Data Baseline

Entidade	Atributo	Chave ¹⁰	Nome / Obs
	BaselineDesempenhoProcesso		Descrição BaselineDesempenhoProcesso
	LimiteInferiorBaselineDesempenhoProcesso		LimiteInferior da Baseline de Desempenho de Processo
	LimiteSuperiorBaselineDesempenhoProcesso		LimiteSuperior da Baseline de Desempenho de Processo
	LimiteBaseBaselineDesempenhoProcesso		LimiteBase da Baseline de Desempenho de Processo
	CodigoDesempenhoProcessoEspecificado	FK	
	ContextoBaselineDesempenhoProcesso		Contexto da Baseline de Desempenho de Processo
DesempenhoProcessoEspecificado	CodigoDesempenhoProcessoEspecificado	PK	
	MnemonicoMedida	FK	Nome da Medida. Lista de seleção com NomeMedida
	CodigoComponenteProcesso	FK	Entidade Mensurável Lista de seleção com as ocorrências de NomeEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel igual a "Componente de Processo".
	DataDesempenhoProcessoEspecificado		Data do DesempenhoProcessoEspecificado
	LimiteInferiorDesempenhoProcessoEspecificado		LimiteInferior de Desempenho de ProcessoEspecificado
	LimiteSuperiorDesempenhoProcessoEspecificado		LimiteSuperior de Desempenho de ProcessoEspecificado
	LimiteBaseDesempenhoProcessoEspecificado		LimiteBase de Desempenho de ProcessoEspecificado
ComportamentoComponenteProcesso	CodigoComportamentoComponenteProcesso	PK	
	CodigoComponenteProcesso	FK	Entidade Mensurável Lista de seleção com as ocorrências de NomeEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel igual a "Componente de Processo".
	MnemonicoMedida	FK	Nome da Medida. Lista de seleção com NomeMedida
	DataComportamentoComponenteProcesso		Data do Comportamento do Componente de Processo
	DataInicialComportamentoComponenteProcesso		DataInicial de Comportamento de ComponenteProcesso
	DataFinalComportamentoComponenteProcesso		DataFinalComportamento de Componente de Processo
	ComportamentoEstavel		Podendo ser Comportamento Estável "sim" ou "não"
	ComportamentoCapaz		Podendo ser Comportamento Capaz "sim" ou "não"
	CodigoBaselineDesempenhoProcesso	FK	Baseline de Desempenho de Processo Lista de seleção com as ocorrências de BaselineDesempenhoProcesso para a mesma combinação de CodigoComponenteProcesso e MnemonicoMedida.
CapacidadeProcesso	CodigoCapacidadeProcesso	PK	
	CodigoComponenteProcesso	FK	Entidade Mensurável Lista de seleção com as ocorrências de NomeEntidadeMensuravel com TipoEntidadeMensuravel igual a "Componente de Processo".
	MnemonicoMedida	FK	Nome da Medida. Lista de seleção com NomeMedida
	DataCapacidadeProcesso		Data de Capacidade do Processo

Entidade	Atributo	Chave ¹⁰	Nome / Obs
	DescricaoCapacidadeProcesso		Descrição da Capacidade do Processo
	CodigoBaselineDesempenhoProcesso	FK	BaselineDesempenhoProcesso. Lista de seleção com Descrição BaselineDesempenhoProcesso para a mesma combinação de CodigoComponenteProcesso e MnemonicoMedida.
	CodigoDesempenhoProcessoEspecificado	FK	DesempenhoProcessoEspecificado. Lista de seleção com NomeMedida; NomeEntidadeMensuravel e DataDesempenhoProcessoEspecificado para a mesma combinação de CodigoComponenteProcesso e MnemonicoMedida.

2 Linguagem de definição de dados

A ferramenta EA – *Interprise Architect* apoiou a construção física do repositório de medidas a partir da opção disponível para geração das DDL's (linguagem de definição de dados) de cada uma das tabelas que compõem os modelos descritos no capítulo 4. A seguir são apresentadas as DDL's de cada uma das tabelas:

```
CREATE TABLE AnaliseMedicao (
    CodigoAnaliseMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DataAnaliseMedicao DATE NOT NULL,
    DataInicialAnaliseMedicao DATE NOT NULL,
    DataFinalAnaliseMedicao DATE NOT NULL,
    ResultadoAnaliseMedicao VARCHAR(250) NOT NULL,
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL,
    CodigoDefinicaoOperacionalMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoMomentoRealMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoPerfilRecursoHumano NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2)
)
;

CREATE TABLE AnaliseMedicaoMedicao (
    CodigoAnaliseMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE BaselineDesempenhoProcesso (
    CodigoBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL,
    CodigoComponenteProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DataBaselineDesempenhoProcesso DATE NOT NULL,
    BaselineDesempenhoProcesso CHAR(30) NOT NULL,
    LimiteInferiorBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    LimiteSuperiorBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    LimiteBaseBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoDesempenhoProcessoEspecificado NUMBER(8,2) NOT NULL,
```

```

        ContextoBaselineDesempenhoProcesso VARCHAR(250) NOT NULL
    )
;

CREATE TABLE CapacidadeProcesso (
    CodigoCapacidadeProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoComponenteProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL,
    DataCapacidadeProcesso DATE NOT NULL,
    DescricaoCapacidadeProcesso VARCHAR(250) NOT NULL,
    CodigoBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoDesempenhoProcessoEspecificado NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE CaracteristicaEntidadeMensuravel (
    CodigoCaracteristicaEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoCaracteristicaEntidadeMensuravel CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ComponenteProcessoMedida (
    CodigoComponenteProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ComportamentoComponenteProcesso (
    CodigoComportamentoComponenteProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoComponenteProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL,
    DataComportamentoComponenteProcesso DATE NOT NULL,
    DataInicialComportamentoComponenteProcesso DATE NOT NULL,
    DataFinalComportamentoComponenteProcesso DATE NOT NULL,
    ComportamentoEstavel CHAR(10),
    ComportamentoCapaz CHAR(10),
    CodigoBaselineDesempenhoProcesso NUMBER(8,2)
)
;

CREATE TABLE ContextoMedicao (
    CodigoContextoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoContextoMedicao VARCHAR(250) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE DefinicaoOperacionalMedidaObjetivoMedicao (
    CodigoDefinicaoOperacionalMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE DefinicaoOperacionalMedida (
    CodigoDefinicaoOperacionalMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DefinicaoOperacionalMedida CHAR(30) NOT NULL,

```

```

MnemonicMedida CHAR(10) NOT NULL,
CodigoProcedimentoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
CodigoProcedimentoAnaliseMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
CodigoMomentoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
CodigoMomentoAnaliseMedicao NUMBER(8,2),
CodigoPerfilResponsavelMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
CodigoPerfilResponsavelAnaliseMedicao NUMBER(8,2),
CodigoPeriodicidadeAnaliseMedicao NUMBER(8,2),
CodigoPeriodicidadeMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE DefinicaoOperacionalMedidaModeloDesempenhoProcesso (
CodigoDefinicaoOperacionalMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
CodigoModeloDesempenhoProcesso NCLOB NOT NULL
)
;

CREATE TABLE DefinicaoProcedimentoMedicao (
CodigoProcedimentoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
DescricaoProcedimentoMedicao VARCHAR(250) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE DesempenhoProcessoEspecificado (
CodigoDesempenhoProcessoEspecificado NUMBER(8,2) NOT NULL,
MnemonicMedida CHAR(10) NOT NULL,
DataDesempenhoProcessoEspecificado DATE NOT NULL,
CodigoComponenteProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
LimiteInferiorDesempenhoProcessoEspecificado NUMBER(8,2) NOT NULL,
LimiteSuperiorDesempenhoProcessoEspecificado NUMBER(8,2) NOT NULL,
LimiteBaseDesempenhoProcessoEspecificado NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ElementoMensuravel (
CodigoElementoMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
NomeElementoMensuravel CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ElementoMensuravelTipoEntidadeMensuravel (
CodigoElementoMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
CodigoTipoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE EntidadeMensuravel (
CodigoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
NomeEntidadeMensuravel CHAR(30) NOT NULL,
CodigoTipoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE EntidadeMensuravelCaracteristicaEntidadeMensuravel (

```

```

        CodigoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
        CodigoCaracteristicaEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL
    )
;

CREATE TABLE FerramentaUtilizada (
    CodigoFerramentaUtilizada NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoFerramentaUtilizada CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE FormulaCalculoMedida (
    CodigoFormulaCalculoMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoFormulaCalculoMedida VARCHAR(250) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE LocalArmazenamento (
    CodigoLocalArmazenamento NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoLocalArmazenamento CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE Medicao (
    CodigoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DataMedicao DATE NOT NULL,
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL,
    CodigoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoMomentoRealMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoElementoMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoPerfilRecursoHumano NUMBER(8,2),
    CodigoContextoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoDefinicaoOperacionalMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    ResultadoMedicao CHAR(10) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE Medida (
    MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL,
    NomeMedida CHAR(30) NOT NULL,
    DefinicaoMedida VARCHAR(250) NOT NULL,
    TipoMedida CHAR(30) NOT NULL,
    CodigoFormulaCalculoMedida NUMBER(8,2),
    CodigoValorEscala NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoFerramentaUtilizada NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoLocalArmazenamento NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoUnidadeMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoMetodoComunicacaoDivulgacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoElementoMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
    IntervaloEsperadoDados VARCHAR(250)
)
;

CREATE TABLE MedidaObjetivoNecessidadeInformacao (
    CodigoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL,

```

```

        MnemonicoMedida CHAR(10) NOT NULL
    )
;

CREATE TABLE MetodoComunicacaoDivulgacao (
    CodigoMetodoComunicacaoDivulgacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoMetodoComunicacaoDivulgacao VARCHAR(250) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ModeloDesempenhoProcesso (
    CodigoModeloDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoModeloDesempenhoProcesso VARCHAR(250) NOT NULL,
    CodigoTipoModeloDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE NecessidadeInformacaoElementoMensuravel (
    CodigoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoElementoMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE Objetivo (
    CodigoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoObjetivoNecessidadeInformacao VARCHAR(250) NOT NULL,
    CodigoTipoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoTipoObjetivoMedicao NUMBER(8,2)
)
;

CREATE TABLE ObjetivoObjetivoNecessidadeInformacao (
    CodigoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    CodigoObjetivoNecessidadeInformacaoAssociado NUMBER(8,2) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE PerfilRecursoHumano (
    CodigoPerfilRecursoHumano NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoPerfilRecursoHumano CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE Periodicidade (
    CodigoPeriodicidade NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoPeriodicidade CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ProcedimentoAnaliseMedicao (
    CodigoProcedimentoAnaliseMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoProcedimentoAnaliseMedicao VARCHAR(250) NOT NULL
)
;

```



```

CREATE TABLE TipoEntidadeMensuravel (
    CodigoTipoEntidadeMensuravel NUMBER(8,2) NOT NULL,
    TipoEntidadeMensuravel CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE TipoEscala (
    CodigoTipoEscala NUMBER(8,2) NOT NULL,
    NomeTipoEscala CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE TipoModeloDesempenhoProcesso (
    CodigoTipoModeloDesempenhoProcesso NUMBER(8,2) NOT NULL,
    DescricaoTipoModeloDesempenhoProcesso CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE TipoObjetivoMedicao (
    CodigoTipoObjetivoMedicao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    TipoObjetivoMedicao CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE TipoObjetivoNecessidadeInformacao (
    CodigoTipoObjetivoNecessidadeInformacao NUMBER(8,2) NOT NULL,
    TipoObjetivoNecessidadeInformacao CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE UnidadeMedida (
    CodigoUnidadeMedida NUMBER(8,2) NOT NULL,
    SiglaUnidadeMedida CHAR(30) NOT NULL,
    DescricaoUnidadeMedida CHAR(30) NOT NULL
)
;

CREATE TABLE ValorEscala (
    CodigoValorEscala NUMBER(8,2) NOT NULL,
    NaturezaEscala CHAR(30) NOT NULL,
    CodigoTipoEscala NCLOB NOT NULL
)
;

```

ANEXO V - ASSOCIAÇÃO ENTRE OS REQUISITOS E ATRIBUTOS OBTIDOS NA REVISÃO DA LITERATURA, REQUISITOS DO CLIENTE E REQUISITOS FUNCIONAIS

Este anexo apresenta a associação entre os requisitos e atributos obtidos na revisão da literatura, requisitos do cliente e requisitos funcionais.

1.5 Introdução

A revisão da literatura possibilitou identificar os requisitos necessários para a construção de um repositório de medidas adequado ao controle estatístico de processos de software, os atributos para definir uma medida, os requisitos do cliente e os requisitos funcionais e não funcionais necessários ao ambiente de alta maturidade. A tabela 1.1 apresentada a associação entre requisitos e atributos obtidos na revisão da literatura, requisitos do cliente e requisitos funcionais.

Tabela 1.1- Associação entre requisitos e atributos obtidos na revisão da literatura, requisitos do cliente e requisitos funcionais.

Requisito Funcional	Requisito do Cliente	Requisito e Atributo obtidos na revisão da literatura
<p>RF-01: Permitir explicitar o relacionamento entre objetivo de negócio, medida, entidade mensurável, medição e análise de desempenho de processo.</p>	<p>RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.</p> <p>RC-03: O repositório de medidas deve possibilitar a extração de dados das medições para apoiar a elaboração de gráficos de controle estatístico processos de software usados nas análises do comportamento dos processos. Em adição, deve possibilitar o armazenamento dos resultados das análises do comportamento dos processos.</p>	<p>REQ-01: Armazenar e permitir a recuperação de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software.</p> <p>REQ-02: Armazenar e fornecer dados para a elaboração de gráficos de controle estatísticos de processos de software com informações sobre limite de controle superior, central e inferior.</p>
<p>RF-02: Permitir armazenar e relacionar objetivos de negócio, objetivos de software e questões com as medidas associadas.</p>	<p>RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.</p>	<p>REQ-08A: O repositório de medidas deve ser capaz de disponibilizar informações para apoiar a avaliação do atendimento aos objetivos organizacionais.</p> <p>REQ-15: Possibilitar armazenar informações que permitam avaliar se os objetivos organizacionais esperados foram alcançados.</p> <p>REQ-18: Possibilitar armazenar a associação entre medidas, objetivos e questões.</p> <p>REQ-19: Possibilitar armazenar a associação entre medidas e objetivos organizacionais.</p> <p>REQ-20: Possibilitar armazenar a hierarquia entre objetivos organizacionais e objetivos de projeto (software).</p>

Requisito Funcional	Requisito do Cliente	Requisito e Atributo obtidos na revisão da literatura
<p>RF-03: Permitir armazenar a definição operacional de uma medida, com informações necessárias à alta maturidade.</p>	<p>RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.</p>	<p>REQ-11: O repositório de medidas deve possuir mecanismos que assegurem a coerência entre as informações e dados armazenados.</p> <p>REQ-12: Possibilitar armazenar as medidas indiretas e como são usadas em cada fase do ciclo de vida selecionado de um projeto.</p> <p>REQ-13: Possibilitar armazenar informação sobre como as medidas básicas podem ser medidas.</p> <p>REQ-14: Possibilitar armazenar como as medidas derivadas podem ser calculadas a partir de outras medidas básicas e/ou derivadas.</p> <p>REQ-22: Possibilitar armazenar informações detalhadas do procedimento de medição indicando como as medições são feitas e como os resultados são apresentados se o procedimento de coleta for seguido.</p> <p>REQ-23: Possibilitar armazenar informações detalhadas do procedimento de análise das medições.</p> <p>REQ-24: Possibilitar armazenar a associação entre as medidas e os diferentes perfis de responsabilidades necessários para organizar a coleta de dados e analisar a eficiência do processo.</p> <p>REQ-25: Possibilitar armazenar as descrições das medidas e seus atributos.</p> <p>REQ-26: Possibilitar armazenar informações sobre a frequência na qual os dados são obtidos.</p> <p>REQ-28: Possibilitar armazenar informações sobre o relacionamento ou dependência ou as condições que influenciam as medidas.</p> <p>ATR-01: Uma medida possui um contexto para a qual foi feita a coleta de valores medidos.</p> <p>ATR-02: Uma medida é classificada segundo seu tipo, podendo ser medida básica ou medida derivada.</p> <p>ATR-03: Uma unidade de medida é atribuída ao valor coletado para uma medida.</p> <p>ATR-04: O valor de uma medida é classificado segundo o tipo de dados referente ao valor medido.</p> <p>ATR-05: Uma medida possui uma fórmula de cálculo.</p> <p>ATR-06: Uma escala de medida é atribuída a uma medida.</p> <p>ATR-07: Uma medida está associada a um tipo de escala referente ao valor da medida.</p>

Requisito Funcional	Requisito do Cliente	Requisito e Atributo obtidos na revisão da literatura
<p>RF-04: Permitir armazenar as medições, com as informações necessárias à alta maturidade.</p>	<p>RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.</p>	<p>REQ-01A: Permitir o armazenamento e recuperação de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software.</p> <p>REQ-01: Armazenar e permitir a recuperação de dados históricos de medição adequados ao controle estatístico de processos de software.</p> <p>REQ-06: Armazenar informações de contexto das medições que são consideradas relevantes para que as medições possam ser entendidas posteriormente.</p> <p>REQ-06A: As medições armazenadas no repositório devem ser caracterizadas de forma homogênea.</p> <p>REQ-07: Armazenar informações de contexto oriundas das análises das medições em forma textual ou a partir de informações parametrizadas.</p> <p>REQ-09A: O repositório de medidas deve suportar o armazenamento de informação de contexto da medição para auxiliar sua compreensão futura.</p> <p>REQ-11: O repositório de medidas deve possuir mecanismos que assegurem a coerência entre as informações e dados armazenados.</p> <p>REQ-29: Possibilitar, quando a medida for referente a defeito, armazenar informações que identifique o subprocesso de origem do defeito com o objetivo promover a melhoria dos processos.</p> <p>REQ-32: Os dados referentes à medição do comportamento dos processos quando armazenados centralizadamente facilitam sua recuperação.</p> <p>REQ-33: Possibilitar armazenar informações sobre as medições permitindo que ações corretivas possam ser tomadas ao longo da execução do processo e não somente quando o processo estiver concluído.</p>

Requisito Funcional	Requisito do Cliente	Requisito e Atributo obtidos na revisão da literatura
RF-05: Permitir armazenar as informações que caracterizam uma entidade mensurável.	RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.	REQ-17: Possibilitar armazenar as características dos subprocessos de modo que as análises das medições possam ser realizadas a partir de subprocessos com as mesmas características. REQ-31: Possibilitar armazenar informações sobre a execução de subprocessos simples e duração relativamente curta.
RF-06: Permitir armazenar medições de modo que sua granularidade seja tal que possibilite avaliar o comportamento e o desempenho de uma única entidade mensurável.	RC-01: O repositório de medidas deve ser compatível com as necessidades de armazenamento de medidas e medição de organizações que buscam alcançar níveis altos de maturidade, como 4 e 5 do CMMI-DEV (SEI, 2006) ou B e A do MR.MPS (SOFTEX, 2009a) nos seus processos de desenvolvimento de software.	REQ-03A: o repositório de medidas deve possibilitar a associação entre medida, medição e entidade mensurável. REQ-05A: A granularidade dos dados coletados e armazenados no repositório deve ser adequada ao controle estatístico de processos de software. REQ-10: Possibilitar armazenar dados de medição caracterizados e classificados sob as mesmas características de execução. REQ-16: Possibilitar armazenar o momento em que a medida básica ou medida derivada é medida em cada fase do ciclo de vida selecionado para o projeto identificando qual o subprocesso associado à medida. REQ-30: Possibilitar armazenar as medições de modo que tenham granularidade que permita avaliar o comportamento e o desempenho de uma única atividade.

Requisito Funcional	Requisito do Cliente	Requisito e Atributo obtidos na revisão da literatura
<p>RF-07: Possibilitar a extração de dados de medição.</p>	<p>RC-03: O repositório de medidas deve possibilitar a extração de dados das medições para apoiar a elaboração de gráficos de controle estatístico processos de software usados nas análises do comportamento dos processos. Em adição, deve possibilitar o armazenamento dos resultados das análises do comportamento dos processos.</p>	<p>REQ-02: Armazenar e fornecer dados para a elaboração de gráficos de controle estatísticos de processos de software com informações sobre limite de controle superior, central e inferior.</p> <p>REQ-02A: Possibilitar extrair dados de medição adequados a análise do desempenho dos processos.</p> <p>REQ-03: Fornecer informações sobre as medições para apoiar o cálculo do desempenho dos processos.</p> <p>REQ-04: Fornecer dados de medição do desempenho dos componentes de processo em ordem cronológica.</p> <p>REQ-04A: O repositório de medidas deve ser capaz de disponibilizar informações para os cálculos de linha base de desempenho de processo e informação de contexto de linha base de desempenho de processo.</p> <p>REQ-08: Possibilitar o armazenamento de informações das medições realizadas durante a execução dos processos para cálculo de linha base referentes ao desempenho dos componentes de processo em um determinado período e armazenar o resultado dos cálculos.</p> <p>REQ-08A: O repositório de medidas deve ser capaz de disponibilizar informações para apoiar a avaliação do atendimento aos objetivos organizacionais.</p> <p>REQ-15: Possibilitar armazenar informações que permitam avaliar se os objetivos organizacionais esperados foram alcançados.</p>

Requisito Funcional	Requisito do Cliente	Requisito e Atributo obtidos na revisão da literatura
RF-08: Permitir armazenar resultados de análise de desempenho de processos a partir das entidades mensuráveis associadas.	RC-03: O repositório de medidas deve possibilitar a extração de dados das medições para apoiar a elaboração de gráficos de controle estatístico processos de software usados nas análises do comportamento dos processos. Em adição, deve possibilitar o armazenamento dos resultados das análises do comportamento dos processos.	<p>REQ-05: Armazenar informações de contexto sobre o desempenho dos componentes de processo, com o objetivo de apoiar o entendimento em análises futuras.</p> <p>REQ-07A: O repositório de medidas deve possibilitar armazenar as análises realizadas sobre as medições e sobre o comportamento dos processos.</p> <p>REQ-08: Possibilitar o armazenamento de informações das medições realizadas durante a execução dos processos para cálculo de linha base referentes ao desempenho dos componentes de processo em um determinado período e armazenar o resultado dos cálculos.</p> <p>REQ-08A: O repositório de medidas deve ser capaz de disponibilizar informações para apoiar a avaliação do atendimento aos objetivos organizacionais.</p> <p>REQ-09: Possibilitar armazenar a data inicial e final de validade de uma linha base calculada a partir das medições realizadas durante a execução dos processos.</p> <p>REQ-21: Possibilitar armazenar as análises realizadas sobre as medições e sobre o comportamento dos processos.</p> <p>REQ-27: Possibilitar armazenar informações sobre o relacionamento ou dependência ou as condições que influenciam os processos.</p>
RF-09: Permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas.	RC-02: O repositório de medidas deve permitir ser povoado com dados de medição armazenados em outras ferramentas como, por exemplo, laudos, checklists, ferramentas de registro de horas e de registros de defeitos.	REQ-34: Possibilitar a integração do repositório de medidas com outras ferramentas utilizadas pela organização, permitindo o armazenamento de dados de medição no repositório de medidas de forma automática e frequente, diminuindo a possibilidade de perda de dados e aumentando a confiabilidade pela redução de interferência humana.