

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Vitor Alvarenga Vieira

# **Instrumento para Avaliação da Adequação de Base de Medidas ao Controle Estatístico de Processos de Software**

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Informática da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Monalessa Perini Barcellos

VITÓRIA  
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
COLEGIADO DO CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Vitor Alvarenga Vieira

**Instrumento para Avaliação da Adequação de  
Base de Medidas ao Controle Estatístico de Processos de  
Software**

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Monalessa Perini Barcellos, D. Sc.

---

Prof. Julio Cesar Nardi, M. Sc

---

Prof. Edilson Luiz Nascimento, M. Sc

Vitória, 16 de março de 2012

Aos meus pais, José Reynaldo e Sônia.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças para continuar nos momentos difíceis e proporcionar me a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, José Reynaldo e Sônia, que, por mais infinito que parecesse este trabalho, sempre acreditaram mostrando compreensão, dando força e incentivando para que o projeto pudesse ser concretizado.

Aos meus irmãos, Leandro e Maria Alice, à minha namorada, aos familiares e amigos que muitas vezes deixei de lado para que pudesse me dedicar a fim de concluir esse projeto, obrigado pela compreensão e por acreditar em mim por todo esse período.

À minha orientadora Monalessa por ter depositado confiança na minha pessoa para desenvolver esse projeto. Pelo tempo, dedicação e boa vontade ao corrigir e ensinar, proporcionado um enorme aprendizado durante o desenvolvimento desse trabalho, muito obrigado.

Aos colegas do NEMO, que durante o período de desenvolvimento desse trabalho me apoiaram e auxiliaram de maneira solidária para que fosse possível chegar nessa etapa final. Meus agradecimentos em especial para Ana Flávia, Ludimila, Vinícius, Renato e, principalmente, ao Ricardo Julião e Carlos Eduardo (Cadu) que, por muitas vezes, abriram mão de seus compromissos para me ajudar, a todos estes, meu sincero obrigado.

Enfim, agradeço a todos professores do curso de Ciência da Computação e àqueles que, de alguma forma, colaboraram, desejaram ou torceram para realização deste trabalho.

## RESUMO

A utilização do controle estatístico de processos na área de software é recente e tem sido impulsionada pelo interesse das organizações em atender os requisitos estabelecidos em modelos como o MR-MPS e o CMMI, a fim de que o nível de capacidade e maturidade dos seus processos seja reconhecido e que isso se torne uma vantagem competitiva.

O controle estatístico de processos de software pode ser visto como uma evolução da medição de software. Alguns problemas que ocorrem desde o início do programa de medição, nos níveis iniciais de maturidade, só são percebidos quando se começa a busca pela alta maturidade e têm início as práticas relacionadas ao controle estatístico de processos. Com isso, muitas vezes, organizações precisam adequar suas bases de medidas para que seja possível utilizá-las no controle estatístico.

Considerando esse cenário, BARCELLOS (2009a) definiu um instrumento para avaliar a adequação de bases de medidas ao controle estatístico de processos, bem como orientar sobre as ações necessárias para adequar uma base de medidas, quando pertinente.

Este trabalho propõe um apoio automatizado para o instrumento proposto em (BARCELLOS, 2009a).

**Palavras-chave:** Avaliação de Bases de Medidas, Alta Maturidade, Medição de Software, Controle Estatístico de Processos.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>08</b>
1.1	Introdução .....	08
1.2	Objetivos .....	10
1.3	Histórico do Desenvolvimento do Trabalho .....	10
1.4	Organização do Texto .....	11
<b>2</b>	<b>Medição de Software e Controle Estatístico de Processos .....</b>	<b>12</b>
2.1	Introdução .....	12
2.2	Medição de Software .....	12
2.2.1	Processo de Medição de Software .....	13
2.3	Controle Estatístico de Processos .....	14
2.3.1	Estabilidade e Capacidade dos Porcessos.....	15
2.3.2	Métodos Estatísticos.....	16
2.4	Instrumento para Avaliação de Base de Medida visando ao Controle Estatístico de Processo.....	18
2.5	Considerações Finais .....	22
<b>3</b>	<b>Especificação e Análise de Requisitos da Ferramenta IABM .....</b>	<b>23</b>
3.1	Introdução.....	23
3.2	IABM : Propósito do Sistema e Descrição do Minimundo.....	23
3.3	Subsistemas da Ferramenta IABM .....	25
3.4	Casos de Uso da Ferramenta IABM.....	26
3.4.1	Subsistema IABM.....	26
3.4.2	Subsistema avalicaoBM .....	27
3.5	Diagramas de Classes.....	28
3.5.1	Subsistema IABM.....	28
3.5.2	Subsistema avaliacaoBM .....	30
<b>4</b>	<b>Projeto e Implementação da Ferramenta IABM .....</b>	<b>34</b>
4.1	Introdução.....	34
4.2	Arquitetura Se Software .....	34
4.3	Detalhamento dos Componentes da Arquitetura.....	36
4.3.1	Subsistema IABM.....	36

4.3.2	Subsistema avaliacaoBM .....	37
4.3.2.1	Camada Lógica de Negócio .....	38
4.3.2.1.1	Componente de Domínio do Problema (CDP) .....	38
4.3.2.1.2	Componente da Gerência de Tarefas (CGT).....	40
4.3.2.2	Camada de Interface com o Usuário (CIU).....	40
4.3.2.3	Camada de Gerência de Dados .....	42
4.4	A Ferramenta IABM.....	43
<b>5</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>55</b>
5.1	Conclusões .....	55
5.2	Trabalhos Futuros .....	57
	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>59</b>

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Introdução

Atualmente tem crescido o interesse das organizações por elevar o nível de maturidade de seus processos buscando atender a competitiva demanda do mercado. Atualmente, há vários *frameworks* de apoio à institucionalização de programas de melhoria de processo, nos quais a medição ocupa papel fundamental. A alguns desses *frameworks*, como o MR MPS.BR – Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software Brasileiro (SOFTEX, 2011), o CMMI – *Capability Maturity Model Integration* (SEI,2010), propõem a implementação da melhoria de processos em níveis, nos quais a maturidade e a capacidade dos processos evoluem gradativamente (BARCELLOS, 2009a).

A medição é um dos caminhos que apoiam o gerenciamento dos processos e projetos de software. As medidas, ao serem coletadas e armazenadas, podem ser analisadas através de métodos e fornecerem, assim, informações importantes para a realização de ações corretivas e preventivas que orientem os projetos e processos a alcançarem seus objetivos (BARCELLOS, 2010).

Assim como a maturidade dos processos evolui à medida que se sobe nos níveis de maturidade, a medição também deve amadurecer. Nos níveis iniciais de maturidade (caracterizados nos níveis G a C do MR MPS.BR e nos níveis 2 e 3 do CMMI), a coleta de dados dos projetos e comparação com o que foi planejado, dita *medição tradicional*, é suficiente. Porém, na alta maturidade (caracterizada nos níveis A e B do MR MPS.BR e nos níveis 4 e 5 do CMMI), a medição tradicional não basta, sendo necessário realizar o controle estatístico de processos de software para conhecer o seu comportamento, e assim, prever o seu desempenho em projetos futuros, verificando se os objetivos serão atingidos e estabelecendo ações corretivas, quando necessário (BARCELLOS, 2008).

. Apesar do retorno esperado ao se implantar um programa de medição ser positivo nos âmbitos do desempenho técnico de negócio, realizar medição adequadamente visando à alta maturidade não é trivial. Organizações comumente cometem erros desde os passos iniciais da

medição e muitos deles, apenas são percebidos no momento de realizar as práticas da alta maturidade, o que significa despender de tempo e dinheiro para realizar ações corretivas.

Uma das razões que leva as organizações a não realizarem medição adequada ao controle estatístico de processos é a falta de orientações relacionadas à preparação, desde os iniciais de maturidade, para o controle estatístico de processos. Com isso, as bases de medidas produzidas nos níveis iniciais de maturidade, tipicamente, não atendem às necessidades da medição na alta maturidade (BARCELLOS, 2009a).

Para que medidas adequadas ao controle estatístico de processos sejam definidas e coletadas, um programa de medição bem planejado e cuidadosamente focado deve ser definido, no entanto é comum organizações definirem programas de medição falhos, que produzem dados inúteis à tomada de decisão e ao controle estatístico de processos (KILPI, 2001; CURTIS *et al.*, 2008; WELLER e CARD, 2008 *apud* BARCELLOS, 2009).

Considerando esse cenário, BARCELLOS (e2009) propôs uma estratégia para auxiliar as organizações a realizarem as práticas do controle estatístico de processos. A estratégia consiste de três componentes, sendo um deles um Instrumento de Avaliação de Bases de Medidas (IABM) visando à sua utilização no controle estatístico de processos. O instrumento proposto apoia a avaliação de bases de medidas existentes e, quando apropriado, sugere ações que podem ser realizadas para adequar a base de medidas para o controle estatístico (quando possível). Ele foi proposto para atender as organizações que iniciaram um programa de medição, alimentaram uma base de medidas e desejam iniciar as práticas da alta maturidade, mas não sabem se sua base de medidas é útil nesse contexto. O instrumento pode ser utilizado para indicar se a base de medidas é adequada para o controle estatístico de processos e, caso não seja, orientar as ações que podem ser conduzidas para corrigir os problemas encontrados, a fim de que a base de medidas possa ser utilizada no controle estatístico.

O instrumento para avaliar bases de medidas definido em (BARCELLOS, 2009) é composto, basicamente, por um conjunto de *checklists* registrados em planilhas eletrônicas, por um guia que contém as orientações para a avaliação de cada requisito presente nos *checklists* e ações para adequação necessárias caso um determinado requisito não seja atendido, e por uma funcionalidade desenvolvida utilizando-se a ferramenta MatLab<sup>1</sup>. O instrumento foi utilizado

---

<sup>1</sup> Disponível em <http://www.mathworks.com>.

com sucesso para avaliar as bases de medidas de algumas organizações, porém, a operacionalização da avaliação é custosa, uma vez que não há apoio computacional.

Com a finalidade de oferecer apoio computacional ao Instrumento de Avaliação de Base de Medidas, este projeto propõe a ferramenta web *LABM*.

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é implementar uma ferramenta web de apoio ao Instrumento de Avaliação de Base de Medidas (IABM) definido em (BARCELLOS, 2009), de modo a apoiar a realização de avaliações de bases de medidas, incluindo desde a criação dos *checklists* de avaliação até o preenchimento desses *checklists* durante uma avaliação, bem como a disponibilização do diagnóstico da avaliação. Como objetivos específicos do projeto, têm-se:

- i. Identificar e documentar os requisitos da ferramenta;
- ii. Realizar a modelagem comportamental e estrutural da ferramenta e documentar na Especificação de Requisitos da ferramenta;
- iii. Definir a arquitetura da ferramenta e detalhá-la em um Documento de Projeto;
- iv. Implementar a versão preliminar da ferramenta.

## 1.3 Histórico de Desenvolvimento do Trabalho

Este trabalho foi realizado segundo as seguintes etapas:

- (i) *Aquisição de conhecimento sobre o tema*: nessa etapa foi realizada a leitura de capítulos específicos de (BARCELLOS, 2009) necessários para o entendimento do contexto abordado pela ferramenta.
- (ii) *Estudos e definição das tecnologias a serem adotadas*: nesta etapa foram realizados treinamentos e estudos sobre as tecnologias envolvidas no projeto, tais como: Linguagem de Programação JAVA; Ambiente de Desenvolvimento *Eclipse EE IDE for Web Developers*; Servidor Web *Apache Tomcat*; Banco de Dados *Postgree SQL*; *Hibernate* (*framework* que realiza o mapeamento Objeto/Relacional); *Spring* (*framework* que provê uma fábrica de *beans* com injeção automática de dependências); *Zkoss* (*framework* AJAX responsável pela criação das interfaces gráficas); e JPA (*Java Persistence API*).

- (iii) *Elaboração da Documentação da Ferramenta:* Nessa etapa foi definida a documentação da ferramenta. A princípio foi elaborado o Documento de Requisitos, apresentando uma descrição geral do minimundo do sistema e definição dos requisitos e regras de negócio. Em seguida, foi elaborada a Especificação de Requisitos, apresentando a identificação dos subsistemas, casos de uso, modelo estrutural, modelo dinâmico e glossário do projeto. Por último, foi elaborado o Documento de Projeto, contendo a arquitetura do software e arquitetura detalhada de cada um de seus componentes.
- (iv) *Implementação e Testes da Ferramenta:* Nessa etapa a ferramenta foi implementada e testada, tendo sido realizados testes ao longo do desenvolvimento, bem como após a conclusão de funcionalidades presentes na ferramenta. *Elaboração da Monografia:* nesta etapa foi realizada a escrita da monografia. Vale ressaltar que em paralelo com a escrita da monografia houve a finalização da implementação da ferramenta.

## 1.4 Organização do Texto

Este trabalho será está organizado em 5 capítulos. Além desta Introdução, existem os capítulos a seguir:

- *Capítulo 2 – Medição de Software e Controle Estatístico de Processos:* apresenta a fundamentação teórica do trabalho, que inclui medição de software, controle estatístico de processo e o Instrumento de Avaliação de Base de Medidas (*LABM*).
- *Capítulo 3 – Especificação de Requisitos e Análise do Sistema::* apresenta os requisitos e a modelagem conceitual, estando neles presente a descrição do minimundo contemplado pela ferramenta, seus casos de uso e modelos de classe.
- *Capítulo 4 – Projeto do Sistema, Implementação e Testes:* apresenta a arquitetura definida para a ferramenta, detalha alguns componentes dessa arquitetura e apresenta algumas telas da ferramenta.
- *Capítulo 5 – Considerações Finais:* apresenta as considerações finais do trabalho, destacando-se as contribuições e trabalhos futuros.

## Capítulo 2

# Medição de Software e Controle Estatístico de Processos

### 2.1 Introdução

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica deste trabalho. Está assim organizado: a seção 2.2 aborda medição de software, apresentando seus principais conceitos, um breve histórico e abordagens para o processo de medição; na seção 2.3 o controle estatístico de processos é brevemente descrito; na seção 2.4 o Instrumento para Avaliação de Bases de Medidas proposto em (BARCELLOS, 2009a) é apresentado; e, na seção 2.5 são apresentadas as considerações finais do capítulo.

### 2.2 Medição de Software

Medição de software é uma avaliação quantitativa de qualquer aspecto dos processos e produtos da Engenharia de Software, que permite seu melhor entendimento e, com isso, auxilia o planejamento, controle e melhoria do que se produz e de como é produzido (BASS et al., 1999 apud BARCELLOS, 2010).

Apesar de ter ganho destaque recentemente, a medição de software vem sendo praticada desde a década de 70, quando era utilizada para medir o número de linhas de código dos programas produzidos. Nos anos 80, outras medidas – relacionadas às fases finais do desenvolvimento - começaram a ser utilizadas, porém os objetivos da realização da medição nas organizações não eram explícitos ou, se eram, não se mostravam compreensíveis aos seus membros, resultando em medições inúteis não alinhadas às necessidades das organizações ou dos projetos. Nos anos 90, foram desenvolvidos modelos para o processo de medição baseados na melhoria de processos e nos princípios da qualidade total, fornecendo as diretrizes e a infraestrutura básicas para definir, coletar, validar e analisar medidas (BARCELLOS, 2010).

### 2.2.1 Processo de Medição de Software

Segundo WANG e LI (2005 *apud* BARCELLOS, 2009) um processo de medição eficiente é fator crítico ao sucesso da medição na organização, pois é ele quem direciona as atividades a serem realizadas para que, ao final, seja possível a identificação de tendências e antecipação aos problemas, a fim de prover melhor controle dos custos, redução dos riscos, melhoria da qualidade e, conseqüentemente, alcance aos objetivos técnicos e de negócio.

Atualmente existem diversas propostas para o processo de medição na literatura, as quais, apesar de possuírem diferenças entre si, consistem basicamente de quatro etapas: (i) definição das medidas; (ii) coleta das medidas; (iii) análise das medidas coletadas; e, (iv) utilização dos resultados da análise em ações (BARCELLOS, 2010).

A seguir são brevemente descritas algumas propostas para o processo de medição:

- BASILI e ROMBACH (1994b): propõem um processo para a utilização da medição de software nas organizações composto por seis fases, baseando-se no Paradigma de Melhoria da Qualidade (BASILI, 1993): (i) caracterizar os projetos correntes e seus ambientes utilizando métricas; (ii) identificar os objetivos e metas quantificáveis; (iii) definir o modelo de medição a ser utilizado; (iv) executar os processos, construir os produtos, coletar, validar e analisar as métricas, a fim de definir ações corretivas, se necessário; (v) analisar os dados da medição para avaliar as práticas utilizadas, determinar problemas e realizar recomendações para os projetos futuros; e, (vi) armazenar o conhecimento obtido para uso em projetos futuros.
- ISO/IEC 15939 (2002): define um processo de medição que é descrito como um modelo que define as atividades do processo de medição que são requeridas para, adequadamente, especificar que informações de medição são necessárias, como as medidas serão realizadas, como seus resultados serão analisados e como avaliar se os resultados são válidos. O processo consiste de quatro atividades que são seqüenciadas em um ciclo iterativo, permitindo um *feedback* e melhoria contínua do processo. Ele é uma adaptação do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), comumente utilizado como base para a melhoria da qualidade. Suas atividades são: (i) estabelecer e manter comprometimento com a medição; (ii) planejar o processo de medição; (iii) executar o processo de medição; e, (iv) avaliar a medição.
- IEEE Std 1061-1998 (1998) também propõe um processo de medição, porém, seu contexto é limitado aos objetivos de qualidade de software. O processo é composto

por cinco passos: (i) estabelecer os requisitos de qualidade de software; (ii) identificar as métricas de qualidade de software; (iii) implementar as métricas; (iv) analisar os resultados das métricas; e, (v) validar as métricas.

- *Practical Software Measurement* – PSM (McGARRY *et al.*, 2002): abordagem para medição de software orientada às necessidades de informação organizacionais aderente à ISO/IEC 15939 e, como ela, possui dois componentes: um modelo de informação de medição e um processo de medição. Considerando o modelo de informação definido, o PSM propõe um processo de medição composto por quatro fases: (i) planejamento; (ii) execução; (iii) avaliação; e (iv) comprometimento.

## 2.3 Controle Estatístico de Processos

O controle estatístico de processos foi originalmente desenvolvido para implementar um processo de melhoria contínua em linhas de produção na área de manufatura, envolvendo o uso de ferramentas estatísticas e técnicas de resolução de problemas com o objetivo de detectar padrões de variação no processo de produção para garantir que os padrões de qualidade estabelecidos para os produtos fossem alcançados. É utilizado para determinar se um processo está sob controle sob o ponto de vista estatístico (BARCELLOS, 2009b).

O sucesso da aplicação do controle estatístico de processos na manufatura levou a sua aplicação em outras áreas, como química (ALBAZZAZZ e WANG, 2004), eletrônica (TONG *et al.*, 2004), alimentação (GRIGG e WALLS, 1999), negócios (BRIMSON, 2004), saúde (FASTING e GISVOLD, 2003) e desenvolvimento de software (LANTZY, 1992), dentre outras (BARCELLOS, 2009).

A principal diferença entre o controle estatístico de processos e a estatística clássica é que esta tipicamente utiliza métodos baseados em dados estáticos no tempo, ou seja, os testes estatísticos consideram um agrupamento de dados ignorando sua ordem temporal. Na maioria das vezes, independentemente da ordem em que esses dados forem analisados, o resultado da análise é o mesmo. Esses testes são relevantes especialmente quando se deseja comparar quão similares ou diferentes são dois grupos de dados, porém não são capazes de, sozinhos, revelarem se houve melhoria ou não. Em contrapartida, o controle estatístico de processos combina o rigor da estatística clássica a sensibilidade temporal da melhoria pragmática, onde a

ordem temporal dos dados e fator relevante para sua representação e análise. Assim, através da associação de testes estatísticos com análises cronológicas, o controle estatístico de processos habilita a detecção de mudanças e tendências no comportamento dos processos (BENNEYAN *et al.*, 2003 *apud* BARCELLOS, 2009).

### 2.3.1 Estabilidade e Capacidade dos Processos

No contexto do controle estatístico de processos, dois conceitos são importantes de se observar: *estabilidade* e *capacidade*.

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 (BARCELLOS, 2009b).

Em relação à estabilidade, é importante destacar que é intrínseco aos processos apresentar variações em seu comportamento. Sendo assim, um processo estável não é um processo que não apresenta variações e, sim, um processo que apresenta variações aceitáveis, provocadas pelas chamadas causas comuns, que ocorrem dentro de limites previsíveis, que caracterizam a repetitividade de seu comportamento (BARCELLOS, 2009b).

A estabilização de um processo depende da eliminação das causas especiais, que provocam variações não aceitáveis no comportamento do processo. Eliminadas as causas especiais de variação, uma *baseline* pode ser definida para caracterizar o desempenho atual do processo, com o qual suas próximas execuções serão comparadas.

Uma vez estabilizado, a *capacidade* do processo deve ser analisada. A capacidade descreve os limites de resultados que se espera que o processo alcance para atingir os objetivos estabelecidos. Caso o processo não seja capaz, ele deve ser alterado através da realização de ações de melhoria que busquem o alcance da capacidade desejada. Melhorar a capacidade de um processo significa diminuir os limites de variação que são considerados aceitáveis para seu comportamento, ou seja, consiste em tratar as causas comuns (BARCELLOS, 2009b).

Tendo-se obtido um processo estável e capaz, um novo ciclo de melhoria do processo é inicializado, estabelecendo novos objetivos para que o processo possa ser melhorado continuamente.

### 2.3.2 Métodos Estatísticos

Existe uma variedade considerável de métodos estatísticos que podem ser utilizados como ferramentas analíticas para representar e analisar os dados coletados para as medidas (BARCELLOS, 2009b). Exemplos de métodos estatísticos são os gráficos de barras, histogramas, gráficos de tendências e gráficos de controle, dentre outros. Os gráficos de controle, muito utilizados no controle estatístico de processos, são capazes de medir a variação dos processos e avaliar sua estabilidade. Associam métodos de controle estatístico e representação gráfica para quantificar o comportamento de processos auxiliando a detectar os *sinais* de variação no comportamento dos processos e a diferenciá-los dos *ruídos*. Os ruídos dizem respeito às variações que são aceitáveis e são intrínsecas aos processos (causas comuns). Já os sinais indicam variações que precisam ser analisadas em busca de uma melhoria dos processos (causas especiais) (BARCELLOS, 2009b).

Existem diversos tipos de gráficos de controle e cada um deles é melhor aplicável a determinadas situações. O *layout* básico de um gráfico de controle é ilustrado na Figura 2.1. Tanto a linha central quanto os limites superior e inferior representam estimativas que são calculadas a partir de um conjunto de medidas coletadas. Os limites, superior e inferior, ficam a uma distância de três desvios padrão em relação à linha central. A linha central e os limites não podem ser arbitrários, uma vez que são eles que refletem o comportamento atual do processo. Seus valores são obtidos aplicando-se as expressões e constantes definidas pelo tipo de gráfico de controle a ser utilizado (BARCELLOS, 2009b).

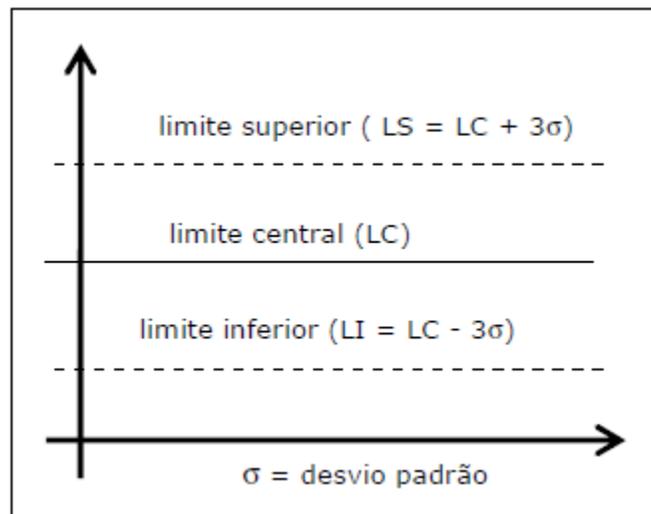


Figura 2.1 – Layout básico de um gráfico de controle.

A Figura 2.2 ilustra um exemplo de aplicação de um gráfico de controle para representar as medidas coletadas em um processo estável, ou seja, onde não há causas especiais. O gráfico representa a média diária de horas dedicadas a atividades de suporte por semana em uma determinada empresa.

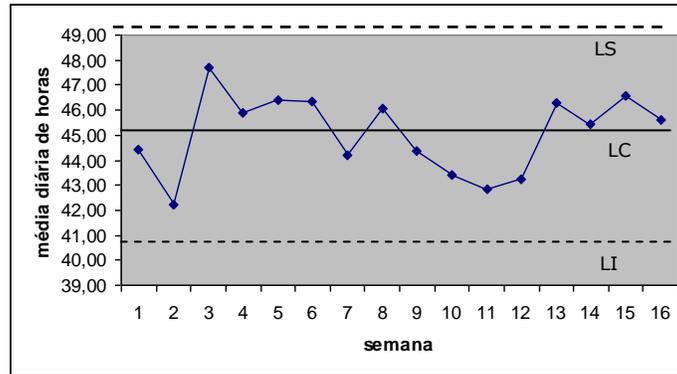


Figura 2.2 – Processo estável.

Na Figura 2.3 é apresentado um gráfico que ilustra um processo cujo comportamento extrapolou os limites de variação aceitáveis, sendo identificados pontos cujas causas de variação (causa especial) devem ser investigadas. O gráfico representa o número de problemas relatados pelos clientes diariamente à área de suporte de uma organização que não foram resolvidos (PNR).

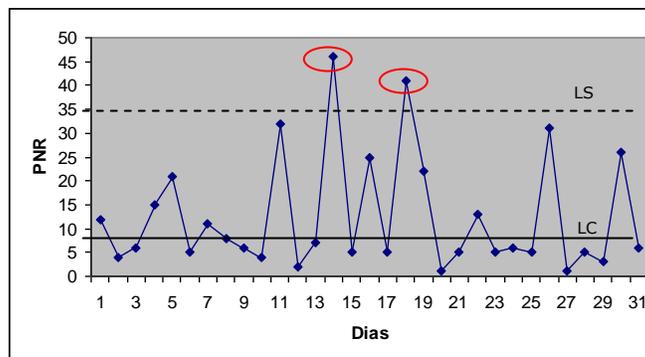


Figura 2.3 – Processo com causas especiais explícitas.

## 2.4 Instrumento para Avaliação de Bases de Medida Visando ao Controle Estatístico de Processos

A avaliação de uma base de medidas utilizando-se o instrumento definido em (BARCELLOS, 2009a) é composta pela avaliação de quatro itens: o Plano de Medição, a estrutura da base de medidas, as medidas propriamente ditas e os dados coletados para essas medidas. Uma vez que, de acordo com a abordagem de melhoria contínua de processos de software, somente os processos considerados críticos para a organização devem ser submetidos ao controle estatístico de processos, é desejável que a organização identifique esses processos antes da avaliação da base de medidas, a fim de evitar a avaliação desnecessária de medidas não relacionadas a esses processos ou a tendência à escolha de processos que tenham medidas aplicáveis, porém que não sejam críticos.

A Figura 2.4 mostra uma visão geral do instrumento.

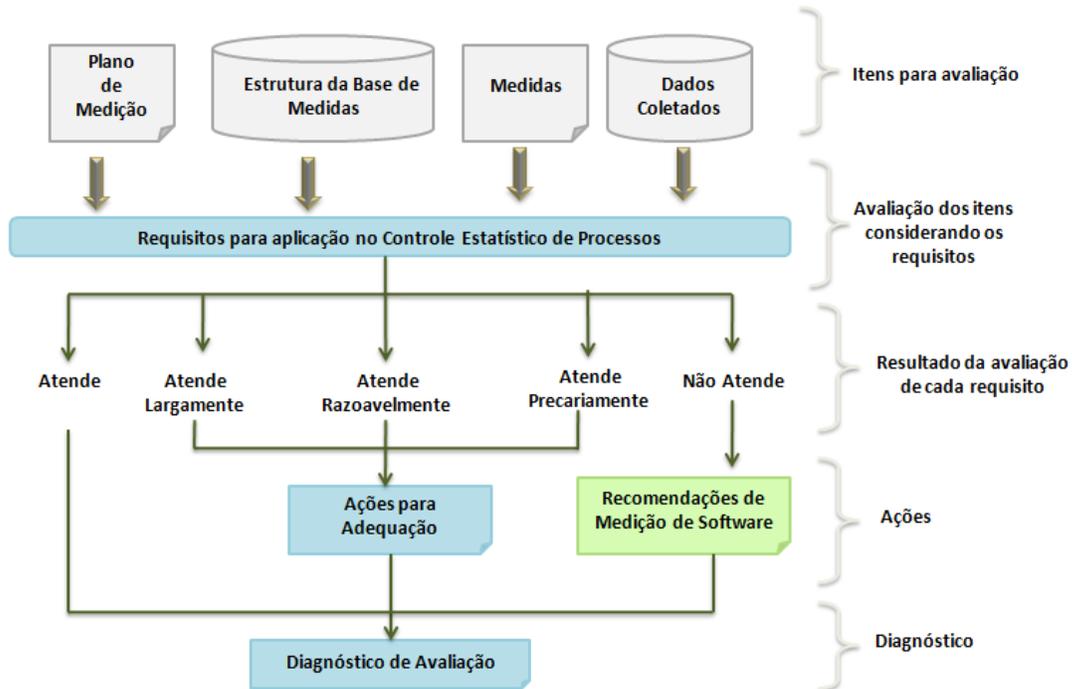


Figura 2.4 – Visão geral do *LABM* (BARCELLOS, 2009a).

Cada item considerado pelo instrumento é submetido à avaliação considerando-se um conjunto de requisitos. A avaliação de cada item segundo cada requisito pode produzir um dos seguintes resultados:

- (i) *Atende*: o item satisfaz totalmente o requisito e nenhuma ação de alteração do item avaliado é necessária em relação ao requisito considerado.

- (ii) *Atende Largamente, Atende Razoavelmente* ou *Atende precariamente*: o item não satisfaz o requisito, mas é possível realizar ações que irão adequá-lo a fim de satisfazer o requisito em questão e, conseqüentemente, permitir sua utilização no controle estatístico de processos. O grau de atendimento do item ao requisito (*Largamente, Razoavelmente* ou *Precariamente*) está diretamente relacionado com o esforço necessário para realizar as ações que levarão o item a atender o requisito em questão. Quanto mais esforço, menor o grau de atendimento.
- (iii) *Não Atende*: o item não satisfaz o requisito e não há ações possíveis para adequar o item avaliado ao controle estatístico de processos, sendo necessário descartá-lo e redefini-lo, se pertinente.

De acordo com o resultado da avaliação de cada requisito, ações são sugeridas. Quando o resultado da avaliação de um requisito é *Atende Largamente, Atende Razoavelmente* ou *Atende Precariamente*, são sugeridas *Ações para Adequação*. Essas ações são orientações providas à organização que visam à realização de correções que permitam a utilização do item avaliado no controle estatístico de processos.

Quando o resultado da avaliação de um requisito é *Não Atende*, não há ações de adequação possíveis e o item deve ser descartado da utilização no controle estatístico de processos. Nesse caso, a organização pode ser orientada sobre como é possível atender ao referido requisito através de *Recomendações de Medição* contidas no *Conjunto de Recomendações para Medição de Software*, outro componente da estratégia proposta em (BARCELLOS, 2009a). Vale destacar que as *Recomendações de Medição* também podem ser associadas às *Ações para Adequação* como fonte de conhecimento para realização destas.

Os resultados da avaliação de uma base de medidas são registrados em um documento denominado *Diagnóstico de Avaliação*, que inclui, além da avaliação detalhada de cada item, sugestões das ações de adequação possíveis e o grau de adequação da base de medidas como um todo ao controle estatístico de processos, dado em percentual.

A seguir, como exemplo, é apresentado um fragmento do *checklist* utilizado para avaliar a estrutura da base de medidas (Figura 2.5) e as descrições associadas a ele. O conteúdo completo do instrumento pode ser encontrado em (BARCELLOS, 2009a).

**Avaliação da Base de Medidas considerando sua Adequação ao Controle Estatístico de Processos de Software**

Organização:
Data da Avaliação:
Avaliador:

**Item: Estrutura da Base de Medidas**

Legenda: A = Atende; AL = Atende Largamente; AR = Atende Razoavelmente; AP = Atende Precariamente; NA = Não Atende, NFPA = Não foi possível avaliar

Requisitos	Avaliação					
1. A base de medidas apresenta-se bem estruturada e permite que as medidas sejam integradas aos processos e atividades da organização.	( ) A	( ) AL	( ) AR	( ) AP	( ) NA	( ) NFPA
1.1 A estrutura definida para a base de medidas permite relacionar as medidas definidas aos processos e atividades da organização nos quais a medição deve ser realizada.	( ) A	( ) AL	( ) AR	( ) AP	( ) NA	( ) NFPA
1.2 A base de medidas é única ou composta por diversas fontes corretamente integradas.	( ) A	( ) AL	( ) AR	( ) AP	( ) NA	( ) NFPA
2. Os projetos são caracterizados satisfatoriamente.	( ) A	( ) AL	( ) AR	( ) AP	( ) NA	( ) NFPA

Figura 2.5 – Fragmento do *checklist* utilizado para avaliar a estrutura da base de medidas (BARCELLOS, 2009a).

Para o requisito 2 apresentado no *checklist*, tem-se a seguinte descrição: “Os projetos da organização devem ser caracterizados para permitir a identificação de projetos cujos dados coletados para as medidas possam ser analisados em conjunto ou sejam passíveis de comparações entre si. Uma caracterização é considerada satisfatória quando os subconjuntos formados pelos projetos que possuem o mesmo perfil, ou seja, cujos critérios de caracterização possuem os mesmos valores, são homogêneos. Exemplos de critérios para caracterizar projetos são: domínio do software, tipo de software, tecnologias envolvidas, restrições estabelecidas etc.”

Para o mesmo requisito, são dadas as seguintes orientações para avaliação:

- *Atende*: A caracterização dos projetos é explícita, ou seja, há uma caracterização formal definida e implementada na estrutura da base de medidas para os projetos, baseada em critérios relevantes, que permitem à organização identificar os perfis de projetos que desenvolve. Os subconjuntos formados pelos projetos que possuem o mesmo perfil, ou seja, cujos critérios de caracterização possuem os mesmos valores, são homogêneos.
- *Atende Largamente*: A caracterização dos projetos é explícita, porém precisa de alguns critérios complementares que podem ser identificados analisando-se os dados dos projetos armazenados na base de medidas, realizando-se entrevistas com membros dos projetos ou analisando-se documentos dos projetos.
- *Atende Razoavelmente*: A caracterização dos projetos é explícita, porém precisa de vários critérios complementares que podem ser identificados analisando-se os

dados dos projetos armazenados na base de medidas, realizando-se entrevistas com membros dos projetos ou analisando-se documentos dos projetos.

- *Atende Precariamente:* A caracterização dos projetos é implícita, ou seja, não há caracterização formal para os projetos, mas é possível identificar uma caracterização analisando-se os dados dos projetos armazenados na base de medidas, realizando-se entrevistas com membros dos projetos ou analisando-se documentos dos projetos.
- *Não Atende:* Não há caracterização satisfatória explícita ou implícita.

Por fim, são apresentadas as inadequações possíveis e são sugeridas as seguintes ações para adequação:

*Inadequações e Ações para Adequação:*

1. *Os projetos possuem caracterização implícita na base de medidas.*
  - a) Explicitar a caracterização implícita, analisando-se os dados armazenados para os projetos na base de medidas. Para isso, deve-se identificar, entre os dados registrados na base de medidas para os projetos, aqueles que descrevem características para os projetos executados. Por exemplo: restrições do projeto, equipe do projeto, tecnologias utilizadas, paradigma de desenvolvimento, domínio da aplicação, tipo de projeto, tamanho do projeto etc.
  - b) Reestruturar a base de medidas, se necessário, para explicitar em classes (ou tabelas) e atributos os critérios identificados que caracterizam os projetos.
  - c) Registrar os dados dos projetos adequadamente na base de medidas modificada.
2. *Os projetos não possuem caracterização (implícita ou explícita) na base de medidas.*
  - a) Estabelecer uma caracterização com base na análise de documentos ou entrevistas com pessoas relacionadas aos projetos. Por exemplo, os gerentes dos projetos realizados podem fornecer características dos projetos (tecnologias utilizadas, paradigma de desenvolvimento utilizado, tipo dos projetos, restrições consideradas etc.).
  - b) Reestruturar a base de medidas para explicitar em classes (ou tabelas) e atributos os critérios identificados para caracterizar os projetos.
  - c) Registrar os dados dos projetos adequadamente na base de medidas modificada.
3. *A caracterização explícita dos projetos precisa de critérios complementares.*

Refinar a caracterização. O refinamento pode ser realizado identificando-se novos critérios executando-se as ações apresentadas nos itens 1 e 2 anteriores.

## **2.5 Considerações Finais**

Neste capítulo foram apresentados os principais fundamentos de medição de software e controle estatístico de processos, úteis ao desenvolvimento deste trabalho. O Instrumento de Avaliação de Bases de Medidas proposto em (BARCELLOS, 2009a) foi apresentado .

No próximo capítulo é apresentada a especificação e análise de requisitos da ferramenta desenvolvida para apoiar a utilização do *LABM*.

## Capítulo 3

### Especificação e Análise de Requisitos da Ferramenta IABM

#### 3.1 Introdução

Este capítulo aborda os requisitos e os modelos de análise da ferramenta *IABM*. A especificação e análise de requisitos têm como objetivo, capturar os requisitos sob a perspectiva dos usuários e modelar conceitualmente um sistema capazes de satisfazer os requisitos identificados.

Na seção 3.2 são apresentados o objetivo da ferramenta e a descrição do minimundo; na seção 3.3 são apresentados os subsistemas de *IABM*; na seção 3.4 são apresentados diagramas de casos de uso e na seção 3.5 são apresentados os modelos de classes.

#### 3.2 *IABM*: Propósito do Sistema e Descrição do Minimundo

Em (BARCELLOS, 2009) foi definido um instrumento para avaliação de bases de medidas visando à sua utilização no controle estatístico de processos. O instrumento foi definido no formato de um guia, composto por um conjunto de *checklists*, orientações para a avaliação de cada requisito presente nos *checklists* e ações de adequação necessárias caso um determinado requisito não seja atendido. Apesar de ter sido utilizado na prática para avaliar as bases de medidas de organizações de software, não foi construído apoio computacional para o instrumento. Assim, a ferramenta *IABM* tem o propósito de ser o apoio computacional para o instrumento para avaliação de bases de medidas visando à sua utilização no controle estatístico de processos proposto em (BARCELLOS, 2009a). Para isso deve apoiar a realização de avaliações de bases de medidas, apoiando desde a criação dos *checklists* de avaliação até o preenchimento desses *checklists* durante uma avaliação. A ferramenta também deve apoiar a elaboração de um relatório que contém o diagnóstico de uma avaliação e as ações de adequação sugeridas para corrigir a base de medidas, quando possível.

O minimundo considerado por *IABM* é descrito a seguir.

A avaliação de uma base de medidas utilizando o instrumento definido em (BARCELLOS, 2009) é composta pela avaliação de quatro itens: o Plano de Medição, a estrutura da base de medidas, as medidas propriamente ditas e os dados coletados para essas

medidas. Além disso, uma vez que, de acordo com a abordagem de melhoria contínua de processos de software, somente os processos considerados críticos para a organização devem ser submetidos ao controle estatístico de processos, é desejável que a organização identifique esses processos antes da avaliação da base de medidas, a fim de evitar a avaliação desnecessária de medidas não relacionadas a esses processos ou a tendência à escolha de processos que tenham medidas aplicáveis, porém que não sejam críticos.

Cada item considerado pelo instrumento é submetido à avaliação considerando-se um conjunto de requisitos. A avaliação de cada item segundo cada requisito pode produzir um dos seguintes resultados:

- (i) *Atende*: o item satisfaz totalmente o requisito e nenhuma ação de alteração do item avaliado é necessária em relação ao requisito considerado.
- (ii) *Atende Largamente*, *Atende Razoavelmente* ou *Atende precariamente*: o item não satisfaz o requisito, mas é possível realizar ações que irão adequá-lo a fim de satisfazer o requisito em questão e, conseqüentemente, permitir sua utilização no controle estatístico de processos. O grau de atendimento do item ao requisito (*Largamente*, *Razoavelmente* ou *Precariamente*) está diretamente relacionado com o esforço necessário para realizar as ações que levarão o item a atender o requisito em questão. Quanto mais esforço, menor o grau de atendimento.
- (iii) *Não Atende*: o item não satisfaz o requisito e não há ações possíveis para adequar o item avaliado ao controle estatístico de processos, sendo necessário descartá-lo e redefini-lo, se pertinente.

De acordo com o resultado da avaliação de cada requisito, ações são sugeridas. Quando o resultado da avaliação de um requisito é *Atende Largamente*, *Atende Razoavelmente* ou *Atende Precariamente*, são sugeridas *Ações para Adequação*, considerando as possíveis inadequações. Essas ações são orientações providas à organização que visam à realização de correções que permitam a utilização do item avaliado no controle estatístico de processos.

Quando o resultado da avaliação de um requisito é *Não Atende*, não há ações de adequação possíveis e o item deve ser descartado da utilização no controle estatístico de processos<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Nesse caso, a organização pode ser orientada sobre como é possível atender ao referido requisito através de *Recomendações de Medição* contidas no *Conjunto de Recomendações para Medição de Software*, também definido em (BARCELLOS, 2009). Atualmente, um projeto denominado *RecMed* encontra-se em desenvolvimento para implementar um apoio computacional para a utilização das recomendações.

Os resultados da avaliação de uma base de medidas são registrados em um documento denominado *Diagnóstico de Avaliação*, que inclui, além da avaliação detalhada de cada item, sugestões das ações de adequação possíveis e o grau de adequação da base de medidas ao controle estatístico de processos, dado em percentual.

Com base na descrição do minimundo foram identificados os requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio de *IABM*. Tabelas contendo essas informações encontram-se no Documento de Requisitos de *IABM*.

### 3.3 Subsistemas da Ferramenta *IABM*

Os subsistemas identificados no contexto da ferramenta *IABM* são apresentados na Figura 3.1 e descritos em seguida.



Figura 3.1 – Diagrama de Pacotes e os Subsistemas Identificados.

- *IABM*: Armazena o Instrumento de Avaliação de Bases de Medidas, ou seja, contém as classes necessárias para o armazenamento dos itens, requisitos, sub-requisitos, orientações para avaliação e ações para adequação.
- *avaliacaoBM*: Contém as classes necessárias para o armazenamento dos avaliadores, organizações e de avaliações de bases de medidas realizadas.

### 3.4 Casos de Uso da Ferramenta *IABM*

Em um levantamento de requisitos, é interessante capturar uma porção discreta da funcionalidade e representá-lo pela descrição e diagramação de casos de uso. Nesse contexto, os atores são aqueles que interagem com o sistema e executam as funcionalidades descritas pelo diagrama.

Os atores identificados no contexto deste trabalho são o *Especialista em Medição e o Avaliador*. O *Especialista em Medição* é responsável por criar, editar e excluir informações referentes ao instrumento de avaliação de bases de medidas. O *Avaliador*, por sua vez, é responsável por realizar avaliações de bases de medidas utilizando o instrumento.

A seguir são apresentados os casos de uso da ferramenta *IABM*, organizados por subsistema. Para cada caso de uso são apresentadas breves descrições. A descrição completa dos casos de uso encontra-se no Documento de Especificação de Requisitos do *IABM*.

#### 2.1.1 Subsistema *IABM*

A Figura 3.2 apresenta o diagrama de casos de uso do subsistema *IABM*. Após a figura os casos de uso são brevemente descritos.

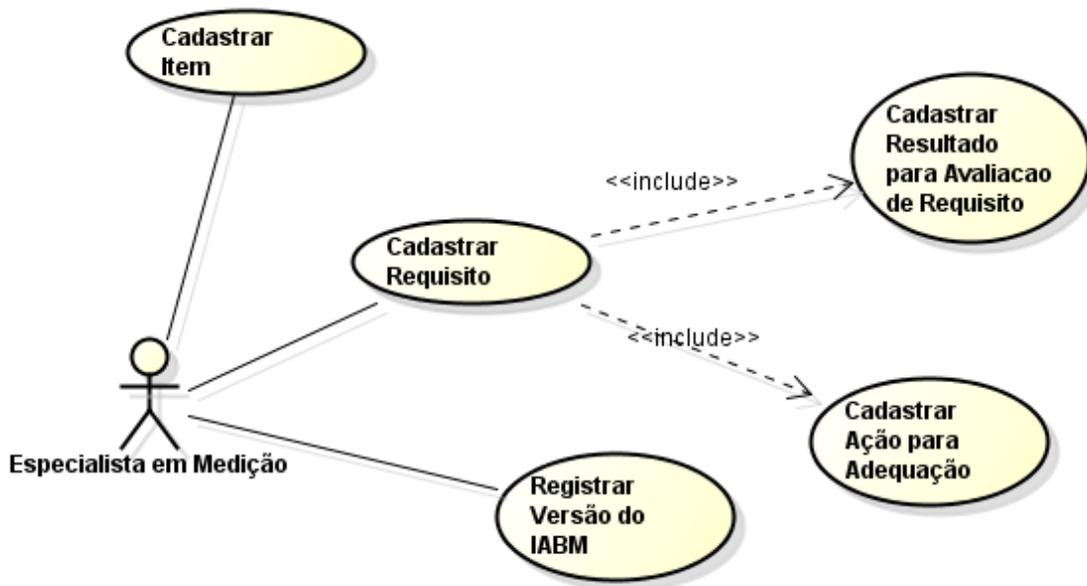


Figura 3.2 – Diagrama de Casos de Uso do Subsistema *IABM*.

Com exceção do caso de uso Registrar Versão do *LABM*, todos os casos de uso do subsistema *LABM* são cadastrais e, como tal, envolvem inclusão, exclusão, consulta e alteração de dados. O cadastro de item permite que o especialista em medição cadastre os itens que podem ser avaliados pelo instrumento e, para cada um deles, indique se a avaliação considera várias instâncias do item (por exemplo, para avaliar o item Medida, várias medidas devem ser avaliadas). Para cadastrar os requisitos para avaliação dos itens, o especialista em medição informa os dados do requisito, os resultados de avaliação (*Cadastrar Resultado de Avaliação de Requisito*) e as ações para adequação (*Cadastrar Ação para Adequação*).

O caso de uso *Registrar Versão do LABM* permite a criação de uma versão do *LABM*, contendo itens e requisitos, a qual poderá ser utilizada para avaliar bases de medidas.

### 3.4.2 Subsistema *avaliacaoBM*

A Figura 3.3 apresenta o diagrama de casos de uso do subsistema *avaliacaoBM*. Após a figura os casos de uso são brevemente descritos.

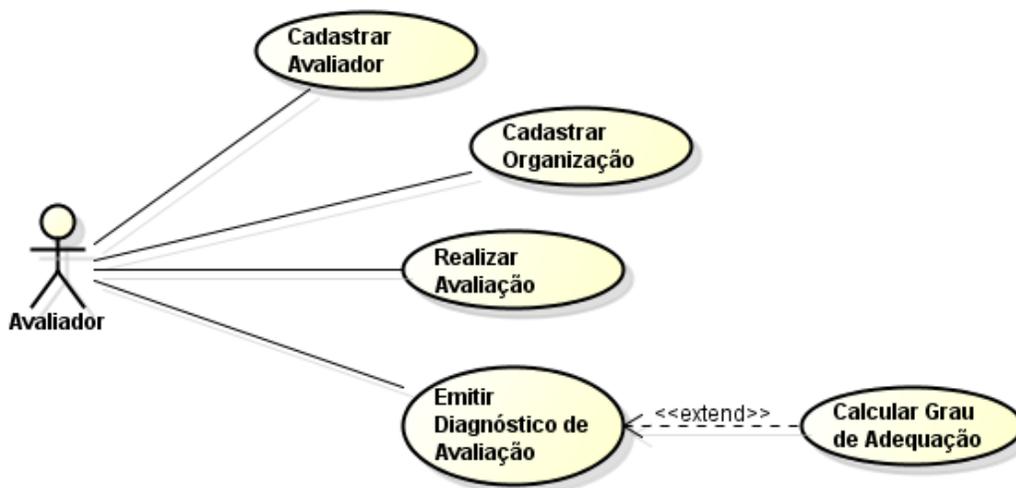


Figura 3.3 – Diagrama de Casos de Uso do Subsistema *avaliacaoBM*.

Os casos de uso do subsistema *avaliacaoBM* referem-se às funcionalidades relacionadas à avaliação de bases de medidas propriamente dita. O avaliador pode realizar seu cadastro (*Cadastrar Avaliador*), bem como o da organização para a qual a avaliação será realizada (*Cadastrar Organização*). O caso de uso *Realizar Avaliação* permite ao avaliador registrar os

resultados das avaliações das bases de medidas, indicando o resultado da avaliação de cada item em relação a cada requisito. Por fim, o avaliador pode emitir um relatório (***Emitir Diagnóstico da Avaliação***) contendo o diagnóstico da avaliação, o qual inclui os resultados da avaliação de cada item em relação a cada requisito, as ações de adequação sugeridas, as observações registradas pelo avaliador durante a avaliação e o grau de adequação da base de medidas ao controle estatístico de processos (*Calcular Grau de Adequação*).

### **3.5 Diagramas de Classes**

O modelo conceitual estrutural visa capturar e descrever as informações (classes, associações e atributos) que o sistema deve representar para prover as funcionalidades descritas na seção anterior.

A seguir, são apresentados os diagramas de classes de cada um dos subsistemas identificados no contexto deste projeto. Após os diagramas são apresentadas breves descrições das classes. A documentação completa das classes, incluindo a identificação das restrições de integridade e o glossário do projeto estão registradas no Documento Especificação de Requisitos do *LABM*.

#### **3.5.1 Subsistema IABM**

A Figura 3.4 representa o diagrama de classes do subsistema *LABM*.



Uma versão do instrumento de avaliação (InstrumentoAvaliacao) é usada para avaliar itens (Item) que, por sua vez, são avaliados por requisitos (Requisito) presentes no instrumento de avaliação. Um requisito pode ser atômico (RequisitoAtomico) ou pode possuir sub-requisitos (RequisitoComposto). Um requisito possui resultados de avaliação (ResultadoAvaliacao) que podem ser (resultado) *atende*, *atende largamente*, *atende parcialmente*, *atende precariamente* e *não atende*. Cada um desses resultados possui uma descrição que indica as condições que caracterizam o resultado. Ações para adequação (AcaoAdequacao) estão associadas a requisitos e são sugeridas quando o resultado de avaliação é *atende largamente*, *atende parcialmente* ou *atende precariamente*.

Um item pode ter uma ou várias instâncias para avaliação. Por exemplo, a avaliação do item Plano de Medição considera apenas uma instância, que é o próprio plano. A avaliação do item Medida considera várias instâncias, uma vez que são várias as medidas a serem avaliadas.

### 3.5.2 Subsistema *avaliacaoBM*

A Figura 3.5 representa o diagrama de classes do subsistema *LABM*.

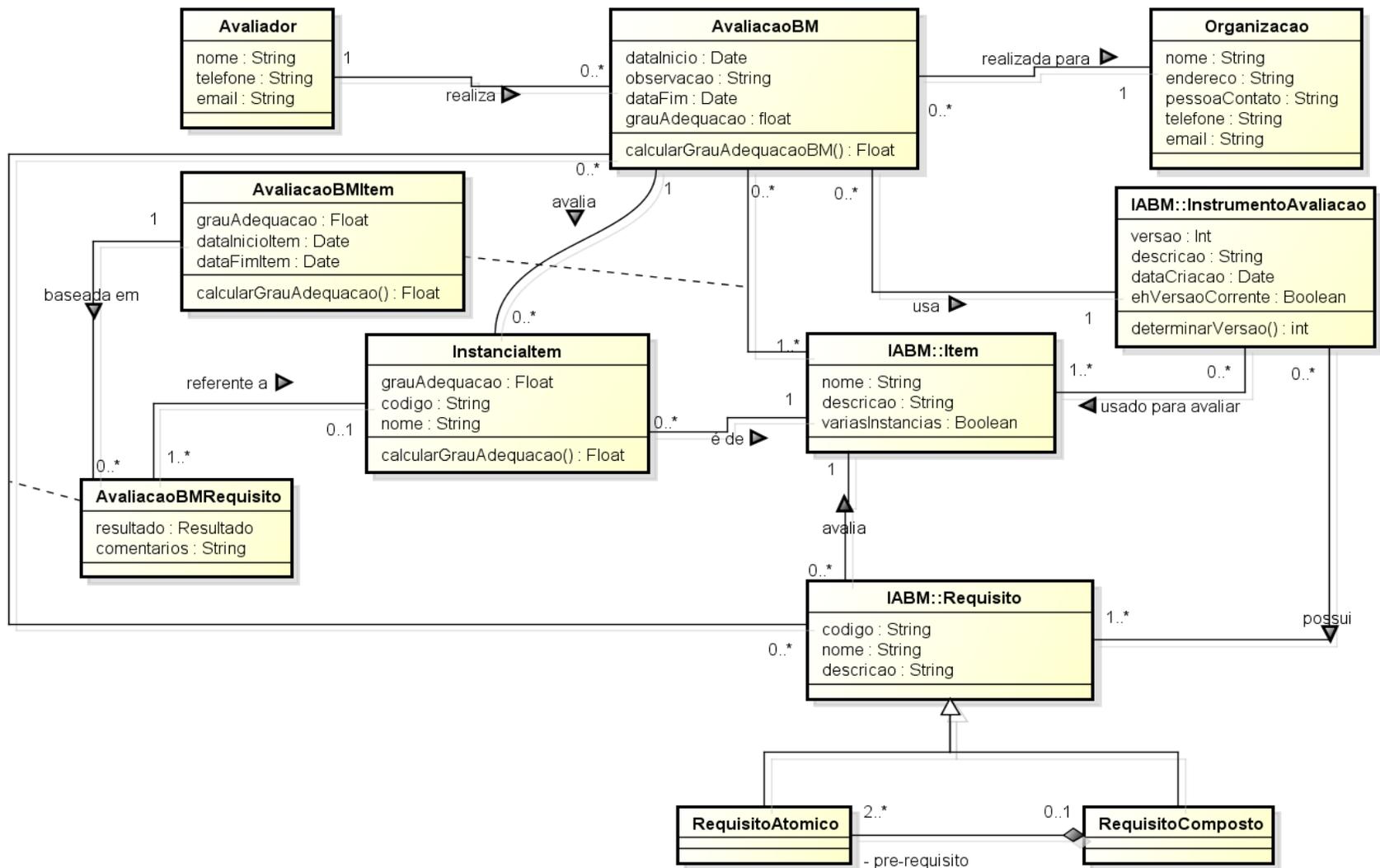


Figura 3.5 – Diagrama de Classes do Subsistema *AvalicaoBM*.

Um avaliador (Avaliador) realiza avaliações de bases de medidas (AvaliacaoBM). Em uma avaliação de bases de medidas deve-se informar as datas de início e fim e alguma informação que o avaliador deseje realizar. A avaliação de uma base de medidas é feita para uma organização (Organizacao) e inclui a avaliação de vários itens (AvaliacaoBMItem), os quais são avaliados em relação a requisitos (AvaliacaoBMRequisito). Para a avaliação de cada item (AvaliacaoBMItem) devem ser informadas as datas de início e fim. Para a avaliação de cada item em relação a cada requisito (AvaliacaoBMRequisito) devem ser informados o resultado da avaliação (*atende, atende largamente, atende parcialmente, atende precariamente* ou *não atende*) e observações que o avaliador pode fazer no momento da avaliação. Caso o item avaliado possua várias instâncias, cada instância é avaliada em relação aos requisitos de avaliação do item (InstanciaItem) e deve ser identificada por um código e descrição. Por exemplo, uma instância do item Medida poderia ser a medida de nome *taxa de alteração de requisitos* e código TAR. Cada item avaliado possui um grau de adequação, que é calculado conforme o procedimento descrito a seguir:

i) A cada resultado de avaliação é atribuído um peso, sendo:

Atende = 4

Atende Largamente = 3

Atende Parcialmente = 2

Atende Precariamente = 1

Não Atende = 0

ii) Para cada item calcula-se seu valor de adequação dado pela da média dos pesos dos resultados de avaliação dos requisitos do item (soma-se o peso dos resultados da avaliação de todos seus requisitos e divide-se o valor resultante pelo número de requisitos que o item possui). Caso o item possua requisitos com sub-requisitos, primeiro é calculado o valor médio para o requisito.

iii) O valor de adequação de cada item é representado em porcentagem, considerando-se que o valor 4 corresponde a 100%. Essa porcentagem representa o grau de adequação do item.

iv) O grau de adequação da base de medidas é dada pela média dos valores de adequação de cada item.

Caso algum requisito de algum um item seja avaliado como *Não Atende*, o valor da adequação do item é 0 e, conseqüentemente, seu grau de adequação é 0%. Nesse caso, o grau

de adequação da base de medidas como um todo não é calculado. São disponibilizados apenas os graus de adequação individuais dos itens.

Caso algum item não seja avaliado, o grau de adequação da base de medidas como um todo não é calculado. São disponibilizados apenas os graus de adequação individuais dos itens.

## Capítulo 4

# Projeto e Implementação da Ferramenta *IABM*

### 4.1 Introdução

Na fase de Projeto, é definida uma solução do problema identificado e modelado na fase de análise. Para isso são incorporados aspectos tecnológicos que serão utilizados para a implementação da ferramenta. Esses aspectos envolvem: linguagem de programação e *frameworks* utilizados, características e padrões de interface com o usuário, arquitetura de software e de hardware e forma de persistência de dados.

Neste capítulo são apresentados os principais aspectos do Projeto de Sistema da ferramenta *IABM*. Algumas de suas telas também são apresentadas. Na seção 4.2 a arquitetura de software de *IABM* é descrita. Na seção 4.3 os componentes da arquitetura são detalhados e na seção 4.4 são apresentadas algumas telas da ferramenta. Vale ressaltar que na seção 4.3 serão detalhados todos os componentes de apenas um subsistema da ferramenta. O detalhamento de projeto completo encontra-se no Documento de Projeto de Sistema de *IABM*, que também contém informações sobre as tecnologias utilizadas e sobre as táticas de projeto realizadas para atender os requisitos não funcionais identificados no Documento de Requisitos de *IABM*. Vale ressaltar que neste projeto foram reutilizadas várias decisões de projeto e componentes presentes no ambiente ODE-Web (*Ontology-based Development Environment*) (FALBO *et al.*, 2005), um projeto realizado no Núcleo de Estudos em Modelagem Conceitual e Ontologias (NEMO) do Departamento de Informática da Universidade Federal do Espírito Santo.

### 4.2 Arquitetura de Software

A arquitetura de software da ferramenta *IABM* baseia-se na combinação de camadas e partições. Inicialmente, para cada subsistema identificado na fase de análise foi definida uma partição, como mostra a Figura 4.1.



Figura 4.1 – Arquitetura de Software Inicial.

Cada uma dessas partições, por sua vez, está organizada em quatro camadas, a saber: camadas de Interface com o Usuário (ciu), que trata de aspectos relacionados às interfaces gráficas com os usuários. Lógica de Negócio (cln), onde é implementada a lógica de negócio; e Gerência de Dados (cgd), responsável pela persistência de objetos. A camada de Lógica de Negócio, por sua vez, é subdividida em dois componentes: Componente de Domínio do Problema (cdp) e Componente de Gerência de Tarefas (cgt).

A Figura 4.2 mostra o projeto da arquitetura de software da ferramenta *LABM*. Em seguida, o projeto de cada uma dessas partições é apresentado.

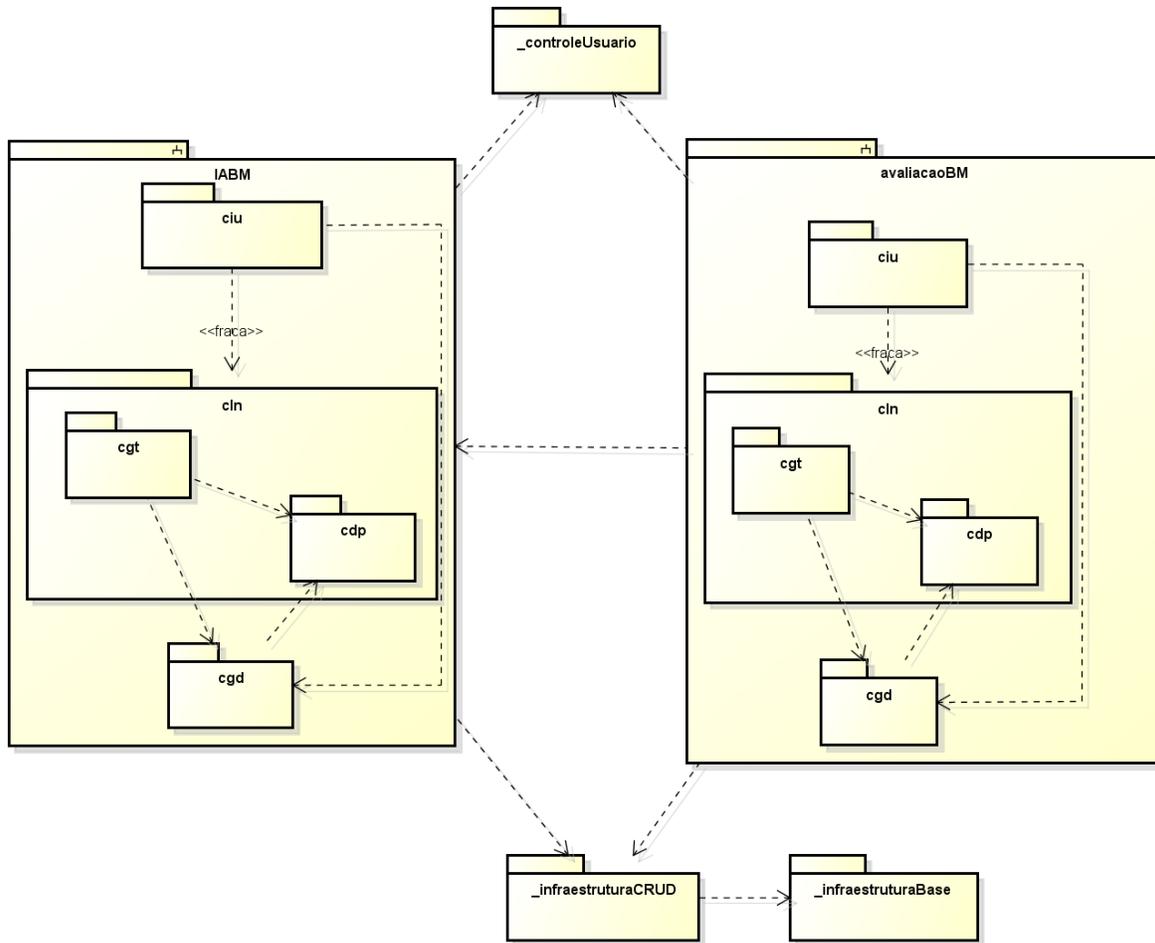


Figura 4.2 – Arquitetura de Software Completa.

### 4.3 Detalhamento dos Componentes da Arquitetura

A seguir é apresentado o projeto detalhado dos componentes da arquitetura dos subsistemas de *IABM*. Como dito na introdução deste capítulo, apenas um subsistema terá todos os componentes descritos no texto desta monografia. Assim, nesta seção são descritos todos componentes da arquitetura do subsistema *avaliacaoBM*. Para o subsistema *IABM*, é apresentado apenas o modelo de classes de seu componente de domínio do problema.

#### 4.3.1 Subsistema *IABM*

Conforme discutido anteriormente, o subsistema *IABM* está organizado em três camadas: Camada de Lógica de Negócio, Camada de Interface com o Usuário e Camada de Gerência de Dados.

Para organizar a camada de lógica de negócio foi escolhido o padrão Camada de

Serviço. Sendo assim, essa camada é dividida em dois componentes: Componente de Domínio do Problema (cdp) e Componente de Gerência de Tarefas (cgt), como apresentado anteriormente na Figura 4.2. Esse padrão utiliza um componente para tratar a lógica de aplicação (o cgt), o qual recebe as requisições da interface, e um componente para tratar os conceitos do domínio do problema, advindos do modelo conceitual estrutural elaborado na fase de análise (o cdp).

A Figura 4.3 apresenta o diagrama de classes do CDP do subsistema *LABM*. Na figura é possível observar que os tipos específicos de domínio identificados na etapa de análise passaram a ser representados como classes no modelo de classes de projeto e as navegabilidades entre as classes foram identificadas.

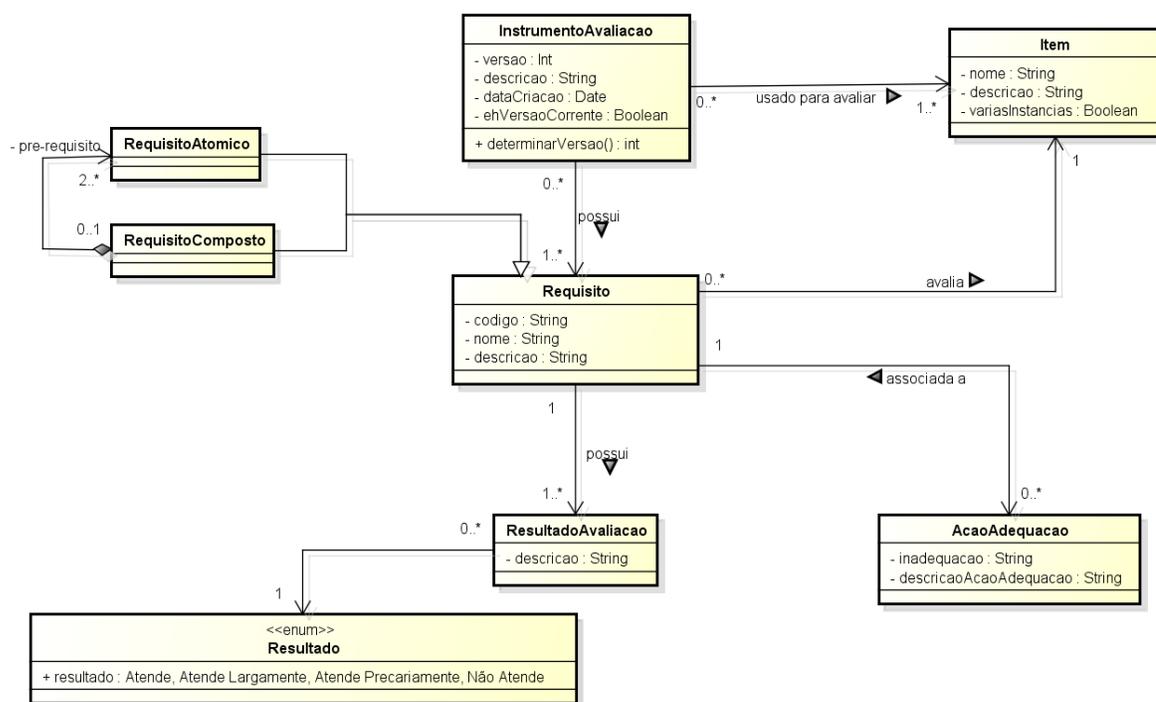


Figura 4.3 – Diagrama de Classes do CDP do Subsistema *LABM*.

### 4.3.2 Subsistema *avaliacaoBM*

Assim como o subsistema *LABM*, o subsistema *avaliacaoBM* está organizado em três camadas: Camada de Lógica de Negócio, Camada de Interface com o Usuário e Camada de Gerência de Dados. O detalhamento dos componentes de cada camada é apresentado a seguir.

### 4.3.2.1 Camada Lógica de Negócio

#### 4.3.2.1.1 Componente de Domínio do Problema (CDP)

A Figura 4.4 apresenta o diagrama de classes do CDP do subsistema *avaliacaoBM*. Pode-se observar que os tipos específicos de domínio identificados na etapa de análise passaram a ser representados como classes no modelo de classes de projeto e as navegabilidades entre as classes foram identificadas. Além disso, as classes associativas foram transformadas em classes regulares.

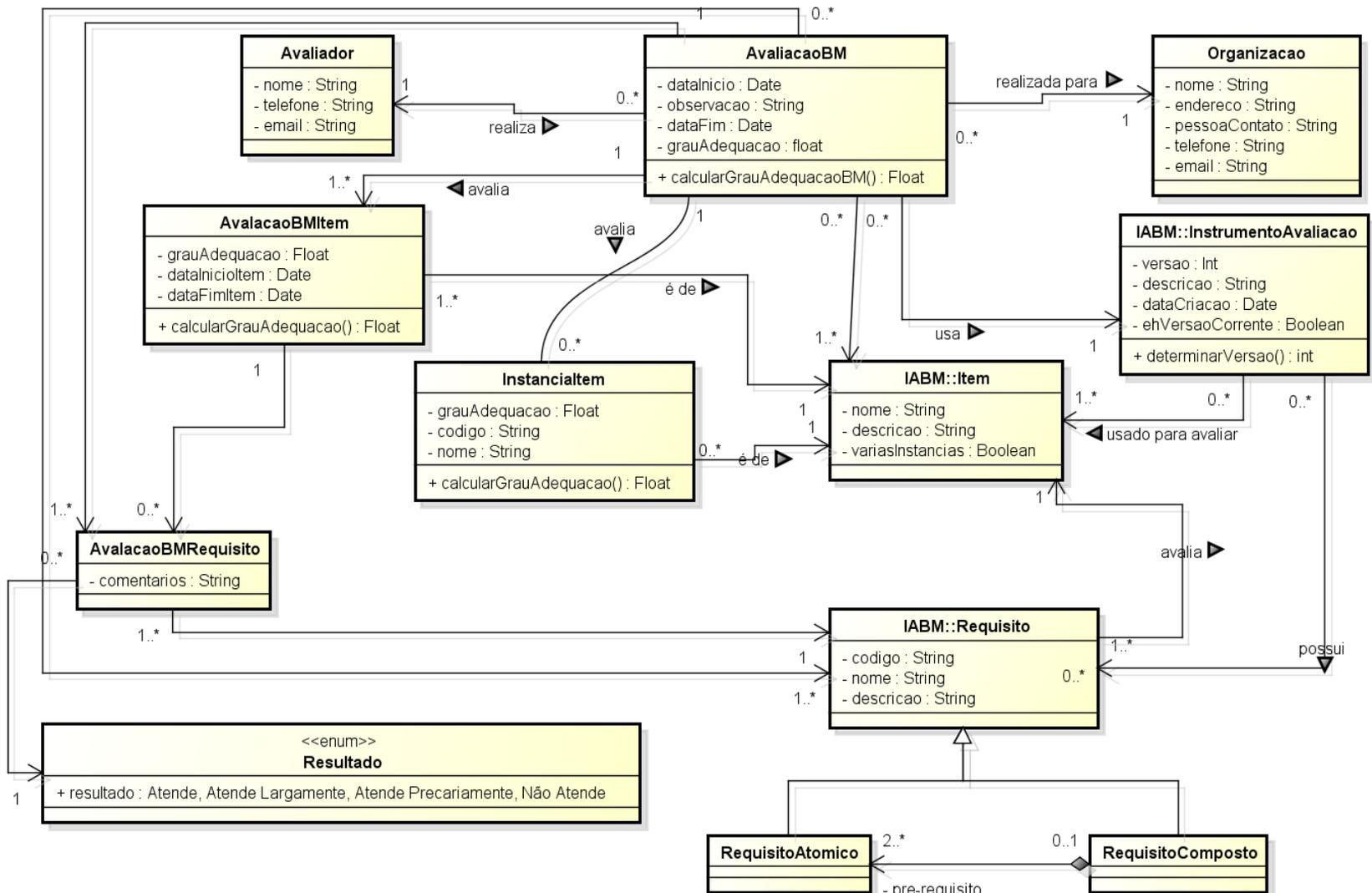


Figura 4.4 – Diagrama de Classes do CDP do Subsistema *avaliacaoBM*.

#### 4.3.2.1.2 Componente de Gerência de Tarefas (CGT)

No projeto do CGT, optou-se por mapear as classes de aplicação exatamente como o caso de uso propunha. A Tabela 4.1 sumariza as relações existentes entre as classes do CGT e os casos de uso por elas tratados.

Tabela 4.1 – Classes do CGT e Casos de Uso.

Classe	Casos de Uso
AplCadastrarAvaliador	Cadastrar Avaliador
AplCadastrarOrganizacao	Cadastrar Organizacao
AplCadastrarAvaliacaoBM	Realizar Avaliacao
AplCadastrarAvaliacaoBM	Emitir Diagnóstico de Avaliacao
AplCadastrarAvaliacaoBM	Calcular Grau de Adequação

Uma vez que o projeto do CGT está fortemente relacionado ao projeto da Interface com o Usuário, um único diagrama foi elaborado, o qual é mostrado na Figura 4.5.

#### 4.3.2.2 Camada de Interface com o Usuário (CIU)

Para auxiliar o desenvolvimento da ferramenta IABM, foram disponibilizadas duas infraestruturas do ODE que abrigam classes próprias para reuso. São elas: a infraestrutura CRUD (`_infraestruturaCRUD`), que provê classes para construção de cadastros básicos, e a infraestrutura geral (`_infraestruturaBase`), que provê classes mais primitivas para a construção de componentes de interface, domínio e gerência de dados.

Os elementos do Componente de Gerência de Tarefas (`cgt`) e da Camada de Interface com Usuário (`ciu`) são apresentados no diagrama da Figura 4.5, dado o forte relacionamento entre eles. Assim, as classes de visão são apresentadas com o estereótipo de classes de fronteira (`<<boundary>>`) e destacadas em amarelo. As classes de controle de interação possuem o estereótipo de classes controladoras (`<<control>>`) e são destacadas em vermelho. A Figura 4.5 apresenta um fragmento do diagrama do CIU, referente ao a registro de uma avaliação de base de medidas.

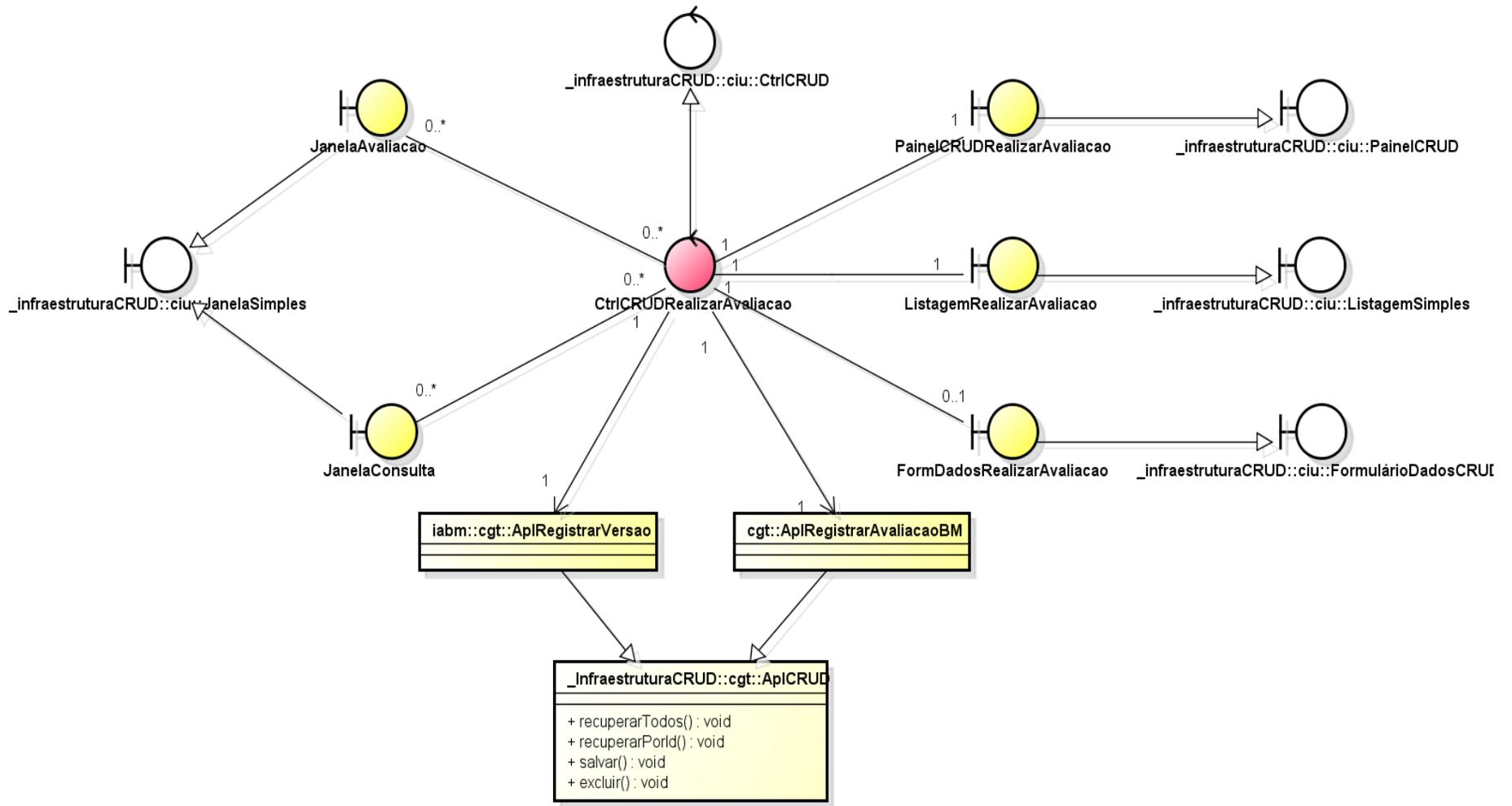


Figura 4.5 - Diagrama de Classes (parcial) do CIU do Subsistema *avaliacaoBM*, referente ao registro de uma avaliação de base de medidas.

A Figura 4.5 refere-se ao registro de uma avaliação e foi reutilizada a infraestrutura de cadastro do ODE, pois, além de implementar funcionalidades básicas para cadastro de objetos, a camada de interface com o usuário provê um layout que satisfaz o que foi pré-definido em projeto para a avaliação.

#### 4.3.2.3 Camada de Gerência de Dados (CGD)

A persistência dos objetos da ferramenta *LABM* é realizada em um banco de dados relacional, utilizando a infraestrutura de persistência desenvolvida no contexto do Projeto ODE. Essa infraestrutura utiliza JPA com o *framework* de persistência Hibernate e adota o Padrão DAO. A Figura 4.6 apresenta as principais classes do utilitário de Persistência.

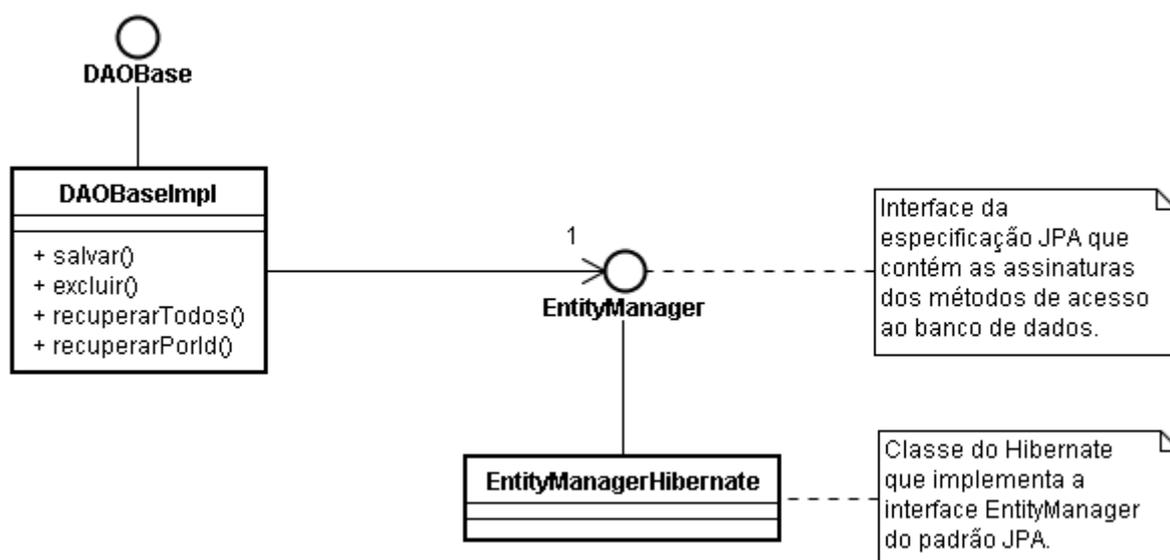


Figura 4.6 – Infraestrutura de Persistência do Projeto ODE.

Dessa forma, para cada classe de domínio do problema a ser persistida, foram criadas uma classe (\*)DAOImpl e uma interface (\*)DAO correspondente. A primeira herda de DAOBaseImpl, uma classe genérica que possui as funcionalidades básicas de acesso ao mecanismo de persistência e deve implementar a interface DAO associada. Já a interface DAO da classe a ser persistida deve herdar da interface genérica DAOBase.

Seguindo essa abordagem, cada classe a ser persistida tem uma correspondente classe de persistência, responsável pela interação com o banco de dados relacional, e implementa uma interface correspondente, como mostra a Figura 4.7. Na figura, apenas

uma classe é apresentada, uma vez que as demais classes do subsistema são modeladas da mesma forma.

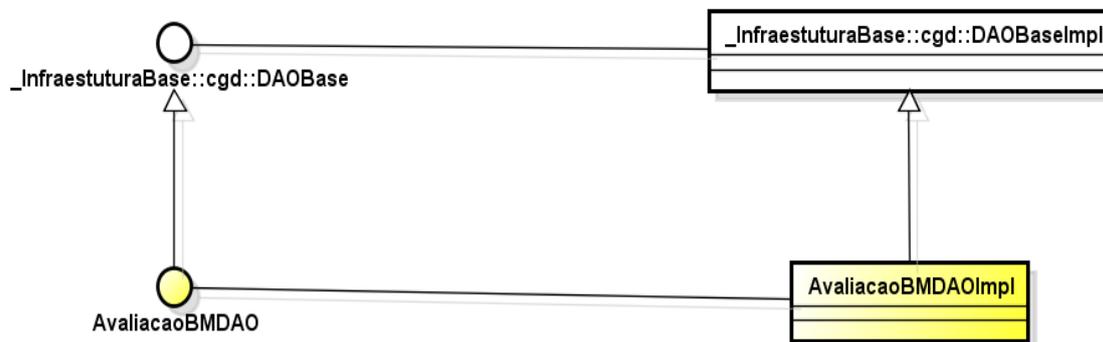


Figura 4.7 – CGD do Subsistema *avaliacaoBM*, referente ao registro de uma Avaliação.

#### 4.4 A Ferramenta *IABM*

Nesta seção são apresentadas algumas telas da ferramenta *IABM*. Resumidamente, *IABM* é composta por um conjunto de funcionalidades que auxiliam na avaliação da adequação de base de medidas ao controle estatístico de processos (BARCELLOS, 2009a).

A ferramenta é subdividida em duas partes: *LAMB*, que é responsável pelos cadastros básicos necessários para que a avaliação seja realizada e que culminam na elaboração do instrumento de avaliação, e *AvaliacaoBM* que é responsável pelo registro das avaliações propriamente ditas e pela determinação do grau de adequação de uma base de medidas ao controle estatístico de processos.

O subsistema *IABM*, por ser composto, basicamente, de telas de cadastros, simples e intuitivos, nesta seção só será apresentada a tela de registro da versão do *IABM*.

Para o subsistema *AvaliacaoBM* serão apresentadas as principais telas, necessárias ao registro de uma avaliação. Os cadastros desse subsistema, por serem básicos, também não serão apresentados. Assim, as telas apresentadas nesta seção não correspondem a todas as telas de *IABM*. Além das telas de cadastros básicos, também não são apresentadas nesta seção fluxos variantes e de exceção, pois apenas seriam variações das telas apresentadas.

Na Figura 4.8 é apresentada a tela principal da ferramenta *IABM*.

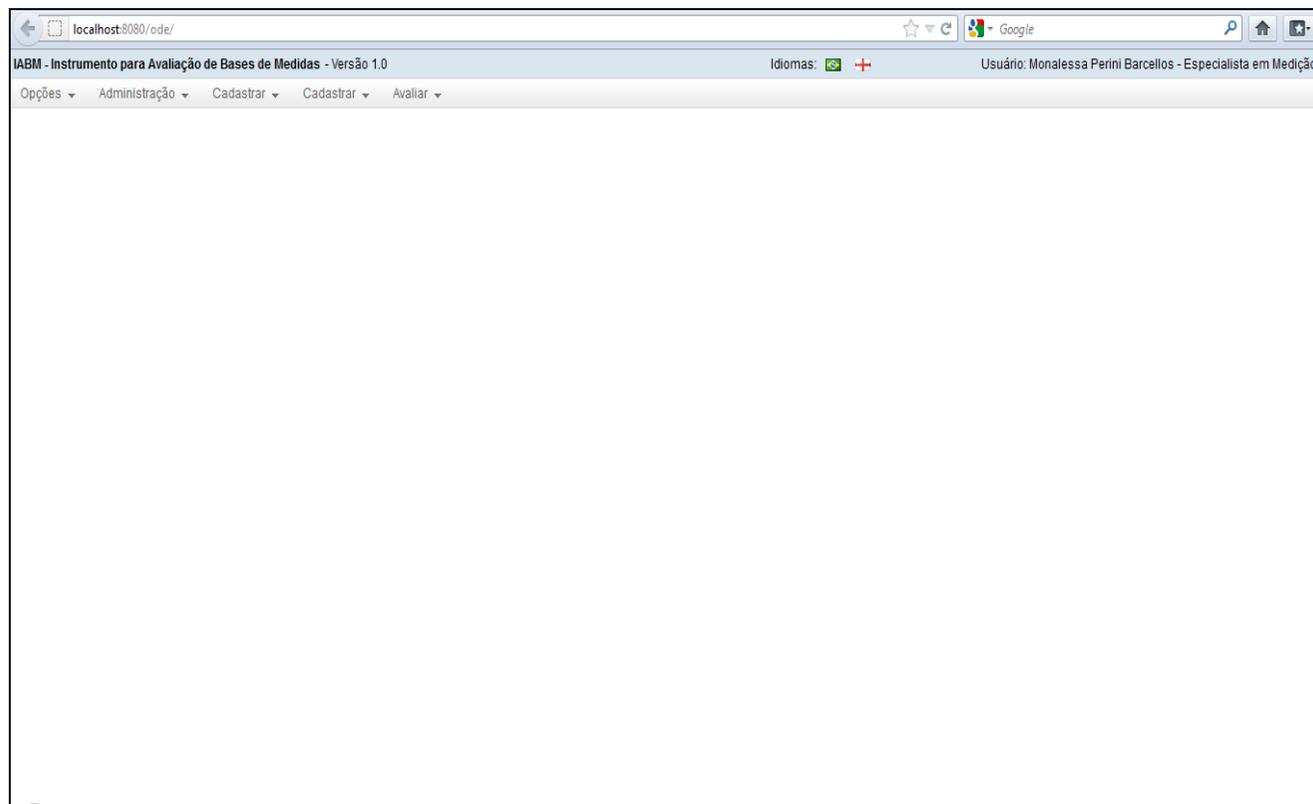


Figura 4.8 – Tela principal da ferramenta IABM.

Para que seja possível realizar uma avaliação, deve ser realizado o cadastro do instrumento, que consiste em determinar quais itens e requisitos farão parte dos *checklists* de avaliação a serem utilizados. O registro de uma versão do IABM é realizado utilizando-se a tela apresentada na Figura 4.9. O usuário seleciona dentre os itens cadastrados quais serão incluídos na versão do IABM e quais requisitos serão considerados.

Nova Versao

Itens Versão    Requisitos Versão

Data\*: 12/03/2012

Versão\*: 1

Disponíveis:

Nome	Descrição
Estrutura da Base de Medidas	Requisitos para a avaliação da Estrutura da Base de Medidas.

>>    Selecionados:

Nome	Descrição
Medidas	Requisitos para Avaliação das Medidas de Software.
Plano de Medição	Requisitos para avaliação do Plano de Medição.
Dados Coletados para a Medida	Requisitos para avaliação dos Dados Coletados para as Medidas.

Salvar    Cancelar

Figura 4.9 – Tela de registro de versão do instrumento de avaliação.

Apenas para ilustrar o *layout* utilizados nas telas de cadastro, na Figura 4.10 é apresentada a tela de cadastro de avaliadores. Apenas avaliadores cadastrados podem realizar avaliações.

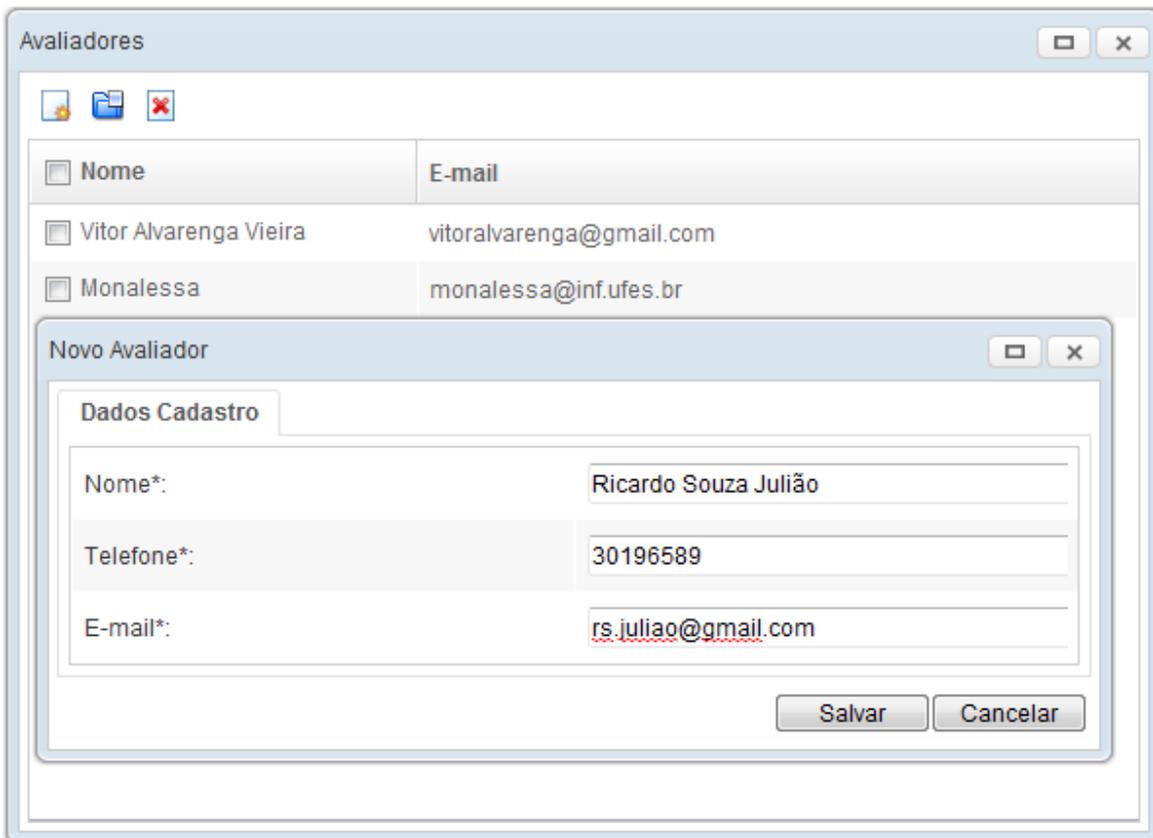


Figura 4.10 – Tela de cadastro de um avaliador.

Para registrar uma avaliação, o avaliador utiliza a tela apresentada na Figura 4.11, onde informa: o avaliador, a data de início da avaliação e a organização para a qual a avaliação será realizada. Quando uma avaliação é registrada, a versão do instrumento de avaliação que será utilizada para ela é a última versão registrada para o instrumento, ou seja, no caso de haver mais de uma versão registrada para o instrumento, sempre é utilizada a versão mais recente do instrumento.

Na tela da Figura 4.11 são apresentados os itens que poderão ser avaliados. Para avaliar um item, o avaliador deve clicar no botão *Avaliar* localizado em frente ao item que ele deseja avaliar.

4.11 – Tela de cadastro da avaliação.

Clicando-se no botão *Avaliar* referente aos itens Plano de Medição ou Estrutura da Base de Medidas, são apresentadas as telas com os *checklists* de avaliação desses itens. A Figura 4.12 apresenta a tela para avaliação do Plano de Medição e a Figura 4.13 o fragmento da tela para avaliação da Estrutura da Base de Medidas.

Para realizar a avaliação, o avaliador marca, para cada requisito, uma das opções possíveis para o resultado de avaliação de um requisito, sendo: A (Atende); AL (Atende Largamente); AR (Atende Razoavelmente); AP (Atende Precariamente); e NA (Não Atende). O avaliador pode registrar comentários sobre a avaliação no campo posicionado abaixo de cada requisito. Para realizar a avaliação do requisito, o avaliador pode consultar as descrições dos requisitos e de cada opção possível como resultado da avaliação, como mostra as Figuras 4.14 e 4.15.

Nas telas dos *checklists*, o *Cancelar* descarta toda a avaliação feita até o momento. O botão *Salvar* armazena os dados fornecidos até o momento, sendo possível retornar à avaliação e continuar em outro momento. O botão *Finalizar* só deve ser clicado quando todos os requisitos referentes ao item tiverem sido avaliados e a avaliação do item puder ser concluída, não podendo mais ser alterada.

Avaliação Plano de Medição      Avaliações

1. O Plano de Medição da Organização encontra-se alinhado aos objetivos da organização.

- 1.1 As necessidades de informação para monitoramento dos objetivos de medição estão identificadas.:  A  AL  AR  AP  NA

Comentário:

- 1.2 As medidas capazes de fornecer as informações necessárias ao monitoramento dos objetivos de medição :  A  AL  AR  AP  NA

Comentário:

- 1.3 Os objetivos de Medição estão registrados no Plano de Medição e corretamente associados aos objetivo:  A  AL  AR  AP  NA

Comentário:

- 1.4 Os objetivos de negócio da organização relevantes à medição estão registrados no Plano de Medição.:  A  AL  AR  AP  NA

Comentário:

Figura 4.12 – Tela para avaliação do item Plano de Medição.



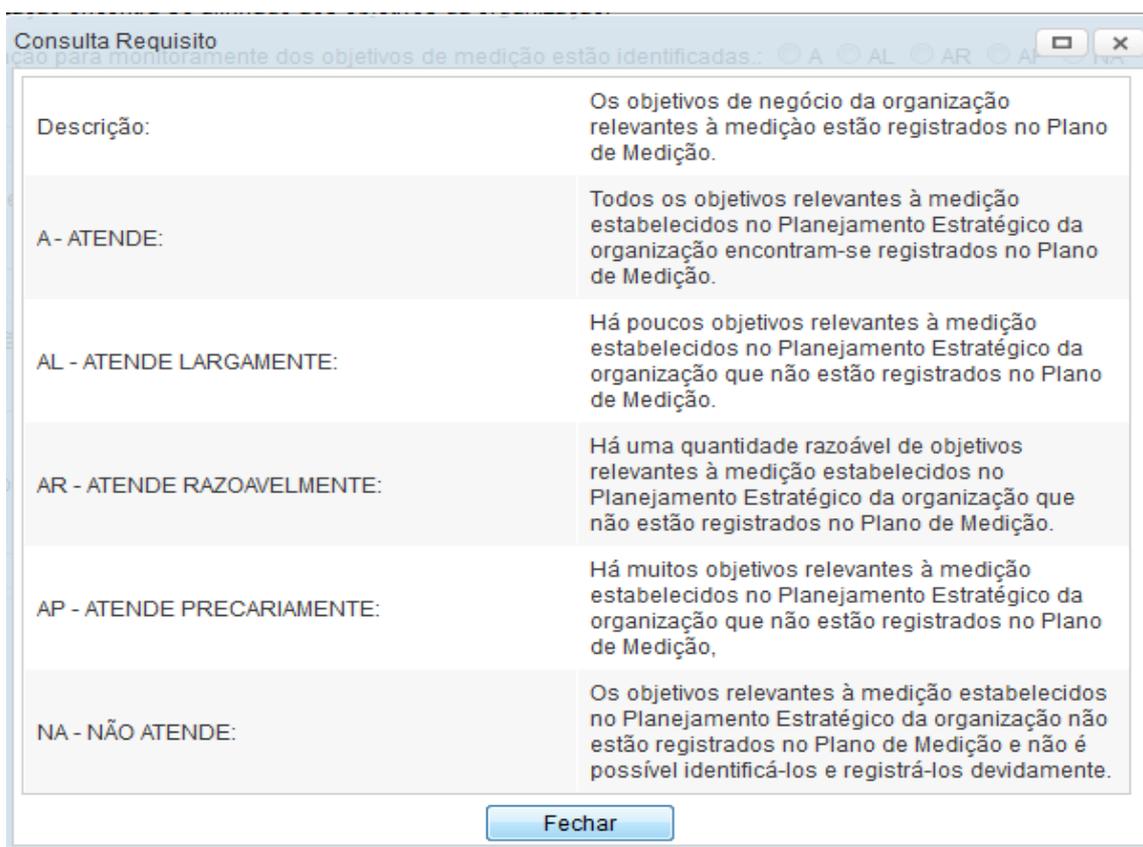


Figura 4.14 – Tela com exibição das informações sobre um requisito (descrição do requisito).

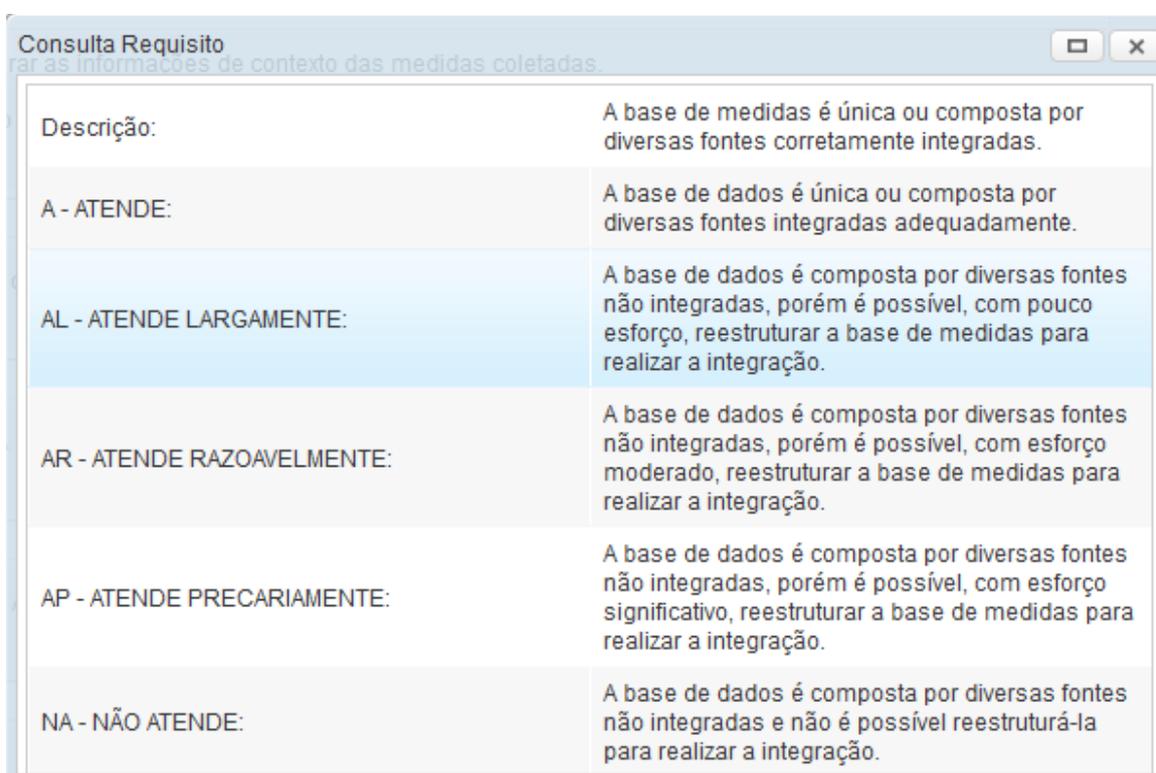


Figura 4.15 – Tela com exibição das informações sobre um requisito (descrição dos resultados de avaliação possíveis).

Para o item Medidas, ao se clicar no botão *Avaliar* é exibida a tela mostrada na Figura 4.16. Diferente do Plano de Medição e da estrutura da base de medidas que são únicos e, por isso, são avaliados uma única vez, em um único *checklist*, a avaliação das medidas consiste em avaliar várias medidas, uma de cada vez. Assim, o avaliador deve indicar a medida para a qual deseja realizar a avaliação. Na tela da Figura 4.16 o avaliador pode adicionar medidas, clicando no botão *Adicionar Medida*, ou excluir medidas, clicando em *Excluir Medida*. Tendo identificado a medida para a qual deseja realizar a avaliação, o avaliador clica em *Avaliar*, e a tela apresentada na Figura 4.17, contendo o fragmento do *checklist* de avaliação de medida é apresentado. O preenchimento do *checklist* segue o mesmo procedimento descrito anteriormente, quando outros *checklists* foram apresentados.

The screenshot shows a software window titled "Avaliação Medidas". It contains four vertically stacked form panels. Each panel has two input fields: "Nome da Medida\*" and "Código\*". The first three panels are pre-filled with "Medida 1", "MED.1", "Medida 2", "MED.2", and "Medida 3", "MED.3" respectively. Each of these panels has two buttons: "Avaliar" and "Excluir Medida". The fourth panel has empty input fields. At the bottom of the window is a button labeled "Adicionar Medida".

Figura 4.16 – Tela de painel de Medidas.

The screenshot shows a window titled "Avaliação Medidas" with a list of seven evaluation items. Each item consists of a question, a set of radio button options (A, AL, AR, AP, NA), a text input field for "Comentário:", and a "Consultar" button.

- 1. Os resultados da análise da medida são úteis à melhoria de processos.:  A  AL  AR  AP  NA
- 2. A medida fornece informações sobre o desempenho de um processo.:  A  AL  AR  AP  NA
- 3. A medida está relacionada a um processo crítico.:  A  AL  AR  AP  NA
- 4. Os resultados da análise da medida são relevantes à tomada de decisão.:  A  AL  AR  AP  NA
- 5. A definição operacional da medida é correta e satisfatória.
- 5.1 Fórmula(s) (se aplicável):.  A  AL  AR  AP  NA
- 5.2 Propriedade medida:  A  AL  AR  AP  NA
- 5.3 Valores da escala:  A  AL  AR  AP  NA

Figura 4.17 – Fragmento da tela para avaliação do item Medidas.

Para a avaliação do item Dados Coletados para a Medida, são apresentadas para o avaliador todas as medidas para as quais foram realizadas avaliações (Figura 4.18). O avaliador seleciona a medida para a qual deseja registrar uma avaliação e clica em *Avaliar*. A tela para avaliação dos dados coletados para a medida (Figura 4.19) é exibida para que o avaliador faça a avaliação do item.

The screenshot shows a window titled "Avaliação Dados Coletados para a Medida". It contains three rows, each with a measure label and an "Avaliar Dados" button:

- Medida 1:
- Medida 2:
- Medida 3:

At the bottom center of the window is a "Fechar" button.

Figura 4.18– Tela para seleção de medida para avaliação dos dados coletados.

Avaliação Dados Coletados para a Medida

1. Os dados coletados são consistentes.

- 1.1 Os dados foram coletados sob as mesmas condições.:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

- 1.2 Os dados compõem grupos relativamente homogêneos.:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

- 1.3 Os dados foram coletados no mesmo momento da execução do processo ao longo dos projetos:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

2. Não há dados perdidos para a medida ou a quantidade de dados perdidos não compromete a análise.:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

3. Os dados coletados são precisos:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

4. Os dados coletados para a medida têm localização conhecida e acessível.:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

5. Há volume de dados suficiente para a medida ser aplicada ao controle estatístico de processos.:  A  AL  AR  AP  NA Consultar

Comentário:

Figura 4.19 – Tela para avaliação do item Dados Coletados para Medidas.

Realizada a avaliação de todos os itens, o avaliador acessa a opção *Gerar Diagnóstico* e é gerado um relatório contendo o diagnóstico da avaliação, incluindo o grau de adequação de cada item avaliado e da base de medidas como um todo ao controle estatístico de processos é gerado. A Figura 4.20 apresenta um exemplo de diagnóstico da avaliação.

Diagnóstico de Avaliação

Organização:	PetroBras
Data:	10/03/2012
Avaliador:	Vitor Alvarenga Vieira
<b>Grau de Adequação por Item</b>	
Plano de Medição:	75.00%
Estrutura da Base de Medidas:	58.33%
Medida:	37.50%
Dados Coletados para a Medida:	65.62%
<b>Grau de Adequação total da Base de Medidas:</b>	
	59.11%

Fechar

Figura 4.20 – Tela de relatório de avaliação.

## Capítulo 5

### Considerações Finais

#### 5.1 Conclusões

Conforme discutido neste trabalho, grande parte dos problemas enfrentados pelas organizações que buscam a alta maturidade de seus processos e desejam iniciar as práticas do controle estatístico de processos está relacionada à não adequação das suas bases de medidas. Nesse contexto, BARCELLOS (2009a) definiu um instrumento para avaliar a adequação de bases de medidas para o controle estatístico de processos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um apoio computacional para esse instrumento.

Analisando o domínio do problema, no início deste trabalho foram identificados os objetivos que deveriam ser alcançados, os quais foram descritos no Capítulo 1. Na tabela 5.1 é apresentada a situação de cada um deles no momento de conclusão desta monografia:

Tabela 5.1 – Objetivos e sua situação na conclusão da monografia.

Objetivo	Situação	Observação
Identificar e documentar os requisitos da ferramenta;	Realizado	Foram identificados os requisitos funcionais, não funcionais e as regras de negócio de <i>LABM</i> . As tabelas contendo essas informações encontram-se no documento de requisitos de <i>LABM</i> .
Realizar a modelagem comportamental e estrutural da ferramenta e documentar na Especificação de Requisitos da ferramenta;	Realizado	Foram elaborados diagramas de classes e de transição de estados, descritos no Capítulo 3 e detalhados no Documento de Especificação de Requisitos de <i>LABM</i>
Definir a arquitetura da ferramenta e detalhá-la em um Documento de Projeto;	Realizado	A arquitetura foi definida e foram elaborados os diagramas dos componentes que a compõem, descritos no Capítulo 4 e detalhados no Documento de Projeto de <i>LABM</i>
Implementar a versão preliminar da ferramenta.	Parcialmente Realizado	A previsão é que fossem implementados todos os requisitos da ferramenta. Porém, por questão de tempo, alguns

		requisitos não puderam ser implementados como previstos .
--	--	---

Em relação à experiência adquirida durante este trabalho, destaca-se a aquisição de conhecimento relacionado à avaliação de base de medidas, que se mostra cada vez mais presente no meio das organizações em busca da alta maturidade, além de ser um assunto muito interessante.

Além disso, este trabalho possibilitou o aprendizado adicional ao adquirido via atividades regulares da graduação, já que permitiu o estudo de novas tecnologias, como o ambiente ODE, ODE-Web, o *framework Hibernate*, para persistência de dados, o banco de dados relacional *MySQL* e a linguagem de programação Java, uma vez que foi adotado o paradigma orientado a objetos.

Não só limitado às tecnologias, apesar de algumas abstrações da estrutura base ODE, o aprendizado se estendeu aos padrões de desenvolvimento e de projeto. Para a arquitetura de software foi adotado o padrão camada de serviço, para facilitar a manutenção da ferramenta e para organizar a camada de interface com o usuário, foi adotado o padrão Modelo-Visão-Controlador (MVC).

Considerando as dificuldades encontradas para desenvolver este trabalho, destaca-se a rotatividade de alunos que trabalham com o ambiente ODE, o que pode resultar na queda da produtividade de novos alunos, uma vez que há uma fuga do conhecimento adquirido por alunos experientes no ambiente. A maior parte da equipe corrente ingressou no projeto recentemente. Havendo menos pessoas experientes no projeto, algumas mudanças ocorreram em ritmo lento o que acabou levando a necessidade de reimplementar alguns itens.

Além disso, destaca-se, também, a dificuldade de definir as especificações de requisitos, a análise da ferramenta e desenvolver fielmente os conceitos definidos nas decisões de projeto da ferramenta.

É importante ressaltar que, ainda que a ferramenta em sua versão inicial apoie o instrumento , ela possui algumas limitações e muitos aspectos que precisam ser melhorados, como, por exemplo, a interface.

Nesse sentido, foi definida uma lista de pendências que deverão ser tratadas após a apresentação deste trabalho para que a versão da ferramenta produzida neste trabalho fique, realmente, operacional.

Por fim, vale ressaltar que, em diversas situações envolvidas neste trabalho, foi possível e necessário aplicar o conhecimento obtido ao longo do curso de Ciência da Computação, principalmente no que se refere às disciplinas Gerência de Projetos, Engenharia de Software, Análise de Sistemas e Banco de Dados, que trataram de assuntos como planejamento, monitoramento e controle de projetos, especificação de requisitos, análise, projeto de sistemas, implementação e testes. Colocar em prática a teoria aprendida para desenvolver um software do início ao fim de uma versão operacional, permitiu integrar o conhecimento para executar as etapas do o ciclo de vida de um software.

## 5.2 Trabalhos Futuros

No final do desenvolvimento de um software, tipicamente novas necessidades são identificadas. A manutenção e evolução de software deve ser um trabalho constante, de forma que o ciclo de vida não finalize na homologação, mas permaneça ao longo de toda a vida do software.

O primeiro trabalho futuro trata-se, na verdade, de melhorias na ferramenta desenvolvida neste projeto pois, sendo este IABM a versão inicial, como dito anteriormente, melhorias são necessárias.

Outro trabalho futuro é a integração com a ferramenta *RecMed*, uma ferramenta de apoio ao uso de recomendações para realização de medição de software adequada ao controle estatístico de processos, que está sendo concluída em outro projeto de graduação. Nessa integração, quando um item fosse considerado inadequado para o controle estatístico de processos, as recomendações de medição presentes em *RecMed* poderiam ser utilizadas para fornecer o conhecimento necessário para redefinir o item (criar um novo) adequadamente.

Considerando o contato da orientadora deste trabalho com organizações que estão se preparando para iniciar as práticas da alta maturidade, o IABM poderia ser utilizado por essas organizações. Apesar do IABM original, proposto em (BARCELLOS, 2009a) ter sido utilizado para avaliar bases de medidas de algumas organizações, a utilização sempre foi dependente da orientadora deste trabalho que, no momento, era a única detentora do conhecimento necessário. Com a ferramenta, espera-se que gerentes de qualidade das

organizações sejam capazes de realizar avaliações sozinhos. No entanto, é importante ressaltar que, para isso, melhorias e ajustes são necessários.

Algumas limitações da ferramenta, especialmente de interface, foram consequência de se utilizar a infraestrutura do ODE. Apesar de ela ter sido facilitadora na maior parte das vezes, no que diz respeito à interface, foi fator limitador, visto que este é, atualmente, um ponto fraco e que precisa ser evoluído na infraestrutura de ODE.

## Referências Bibliográficas

- BARCELLOS, M. P., 2008, *Uma Abordagem para Controle Estatístico de Processos em Organizações de Alta Maturidade*, Exame de Qualificação para o Doutorado, COPPE/UFRJ - Rio de Janeiro – Brasil.
- BARCELLOS, M. P., 2009a, *Estratégia para Medição de Software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle Estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade*, Tese de D. Sc. PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- BARCELLOS, M. P., 2009b, Controle Estatístico de Processos Aplicado a Processos de Software – Do “Chão de Fábrica” para as Organizações de Software, Engenharia de Software Magazine, Ano 1, Edição 11, pág.56-61.
- BARCELLOS, M. P., 2010, *Medição de Software: Um importante pilar da melhoria de processos de software*, Engenharia de Software Magazine, Ano 2, Edição 24.
- FALBO, R. A., RUIZ, F., & DALMORO, R. 2005. Using Ontologies to Add Semantics to a Software Engineering Environment. In: *Proceedings of the 17th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, Taipei, China , 151-156.