



## DEFINIÇÃO E GERÊNCIA DE OBJETIVOS DE SOFTWARE ALINHADOS AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Andrea Oliveira Soares Barreto

Tese de Doutorado 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 Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Rio de Janeiro

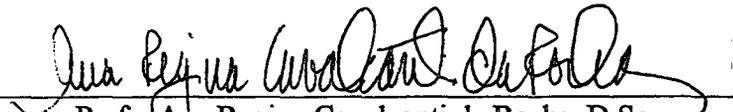
Maio de 2011

DEFINIÇÃO E GERÊNCIA DE OBJETIVOS DE SOFTWARE ALINHADOS AO  
PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Andrea Oliveira Soares Barreto

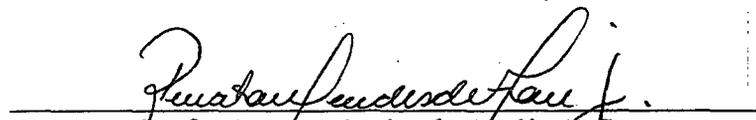
TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

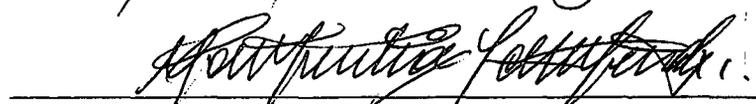
Examinada por:

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

  
Prof. Geraldo Bonorino Xexéo, D.Sc.

  
Prof. Gleison dos Santos Souza, D.Sc.

  
Prof. Renata Mendes de Araújo, D.Sc.

  
Prof. Maria Emília Xavier Mendes, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MAIO DE 2011

Barreto, Andrea Oliveira Soares

Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico/ Andrea Oliveira Soares Barreto. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XIII, 240 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2011.

Referencias Bibliográficas: p. 167-185.

1. Objetivos de Software. 2. Alinhamento Estratégico. 3. Sistema de Recomendação. 4. Alta Maturidade. I Rocha, Ana Regina Cavalcanti da. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

“Como agradecer a Jesus o que fez por mim?  
Bênçãos sem medida vêm provar o seu amor sem fim.  
Nem anjos podem expressar a minha eterna gratidão.  
Tudo o que sou e o que vier a ser, eu ofereço a Deus.”

Andraé Edward Crouch em *Como Agradecer a Jesus?*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela vida, pela saúde, pela infinita graça a mim dedicada, por me amar incondicionalmente e por me capacitar para vencer mais esta etapa da minha vida. Tenho plena certeza de que sem Ele nada seria possível.

Ao meu marido Ahilton, pelo apoio constante não só durante este trabalho, mas ao longo de todos os anos desde que nos conhecemos. Muito obrigada por ser meu colega de estudo, meu colega de trabalho e principalmente meu amigo, por estar sempre ao meu lado nos momentos difíceis me ajudando a superá-los e também nos momentos alegres participando das minhas vitórias a cada dia. Sem dúvida a realização deste trabalho teria sido muito mais difícil sem você ao meu lado. Agradeço também pelas idéias, contribuições e revisões durante a realização deste trabalho. Muito obrigada por todo amor, compreensão, cumplicidade e carinho e por fazer parte da minha vida.

Aos meus pais, Lurdes e Gison, pelo amor a mim dedicado e por sempre me incentivarem a estudar. Aos meus irmãos Giselia, Gison e Maressa, por todo o apoio que me deram. A Diena e Eduardo que também considero meus pais, pelo carinho, atenção e apoio que me deram. A “vó Ceda” e “vô Barreto” pelo amor e por tantas orações a Deus em meu favor. Estou certa de que elas foram essenciais para a conclusão deste trabalho. Enfim, a todos os meus familiares pelo carinho e incentivo, por compreenderem as minhas ausências devido à dedicação exigida por este trabalho e por sempre torcerem pela conclusão deste doutorado.

A minha orientadora Ana Regina pela dedicação, pelos ensinamentos, críticas e sugestões que contribuíram para o meu aprendizado e crescimento pessoal e profissional, pelas várias oportunidades oferecidas e pela amizade.

Aos amigos Renata e Gustavo Caldas, Ana Flávia e Marcus Vinícius, Graciana e Gustavo Pecly e Leilane e Victor por acompanharem de perto a realização deste trabalho, pelo carinho, pela motivação nos momentos de desânimo e por vibrarem comigo a cada etapa concluída. Da mesma forma agradeço aos demais amigos da Primeira Igreja Batista de Niterói, em especial a Carlos Batalha e Eliana Costa, por todo o apoio que me deram.

Aos amigos Tayana, Monalessa, Reinaldo e Mylene, que inicialmente eram somente colegas, mas que ao longo deste trabalho me dedicaram enorme amizade e incentivo e hoje os considero como amigos. Obrigada pelas valiosas contribuições para este trabalho, pelas idéias, revisões, críticas e sugestões sempre tão construtivas.

Aos colegas de trabalho com os quais tive a oportunidade de trabalhar nestes anos. Aos meus colegas do BNDES, Fábio Serpa, Edianne Novaes, Marcus Melo e Alessandra Saraiva que acompanharam a reta final desta tese. Aos diversos colegas que conheci durante as consultorias e, em especial, à Cláudia Sodré pela amizade e pela torcida.

A todos os colegas da COPPE pelo apoio, pela coopera o, pelas idéias e sugestões e pela convivência. Ao R mulo Coutinho pelo apoio durante o desenvolvimento das ferramentas deste trabalho.

Aos professores Geraldo Xexéo, Gleison Souza, Renata Araújo e Emília Mendes por participarem da minha banca.

Agradeço também a todos que participaram do *survey*, das avalia es e do estudo experimental conduzidos neste trabalho, pela colabora o e pelas contribui es.

A Taísa, Solange, Mercedes, Claudia, S nia e demais funcionários do PESC pela ajuda com os procedimentos administrativos, sempre que necessário.

  CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e ao PESC pelo auxílio financeiro para a apresenta o de trabalhos em eventos.

Por fim, agradeço a todos que me apoiaram ao longo deste trabalho e que junto comigo torceram por mais essa vitória. Muito obrigada!

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

## DEFINIÇÃO E GERÊNCIA DE OBJETIVOS DE SOFTWARE ALINHADOS AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Andrea Oliveira Soares Barreto

Maio/2011

Orientadora: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Organizações que buscam a melhoria de seus processos de software precisam se preocupar em implementar melhorias que estejam alinhadas ao negócio da organização. Nesse contexto, esta tese apresenta uma abordagem que apóia as organizações na definição de objetivos de software alinhados ao negócio da organização e na gerência desses objetivos. A abordagem proposta promove a monitoração contínua dos objetivos definidos e a execução de ações apropriadas para tratar os desvios detectados, considerando, inclusive o cenário das organizações de software de alta maturidade. Essa abordagem contém três componentes principais: um Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em organizações de software; uma Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais; e uma Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas. Experiências de aplicação do método e da infra-estrutura em organizações de software indicaram a viabilidade de uso desses componentes. Para caracterizar a viabilidade da estratégia para recomendação de ações corretivas, um estudo experimental foi realizado. Os resultados desse estudo forneceram indícios de que o uso da estratégia é útil durante a monitoração dos objetivos, uma vez que ela é capaz de fazer boas recomendações de ações para tratar os desvios detectados.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

DEFINITION AND MANAGEMENT OF STRATEGICALLY ALIGNED  
SOFTWARE IMPROVEMENT GOALS

Andrea Oliveira Soares Barreto

May/2011

Advisor: Ana Regina Cavalcanti da Rocha

Department: Systems and Computing Engineering

Organizations aiming at software processes improvement need to identify and implement improvement initiatives that are aligned to their business goals. In this context, this thesis presents an approach to support the definition of the business aligned software improvement goals and also to support the management of these goals. The approach promotes continuous monitoring of the defined goals and the execution of appropriate actions to address detected deviation, considering also the scenario of high maturity software organizations. This approach comprises three main components: a Method for Strategic, Tactical and Operational Planning in software organizations; an Infrastructure for Monitoring Strategic, Tactical and Operational Goals; and a Strategy for Corrective Actions Recommendation. Usage experiences of the method and of the infrastructure in the context of software organizations indicated the feasibility of using these components. In order to characterize the proposed corrective actions recommendation strategy feasibility, an experimental study was performed. The results of this study provided some evidence that the use of the strategy is useful when monitoring goals, since it is able to make good recommendations for actions to address detected deviation.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1 – Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto .....	1
1.2 Motivação .....	3
1.3 Suposição .....	4
1.4 Objetivo .....	5
1.5 Metodologia de Pesquisa .....	6
1.6 Organização do Texto .....	8
<b>CAPÍTULO 2 – Planejamentos Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software usando o Controle Estatístico de Processos .....</b>	<b>11</b>
2.1 Introdução .....	11
2.2 Planejamento Estratégico .....	13
2.3 Planejamento Tático em Organizações de Software .....	20
2.4 Planejamento Operacional em Organizações de Software .....	24
2.5 Controle Estatístico de Processos e Medição de Software .....	27
2.5.1 Medição de Software .....	32
2.6 Considerações Finais .....	36
<b>CAPÍTULO 3 – Abordagens para Monitoração e Recomendação de Ações .....</b>	<b>37</b>
3.1 Introdução .....	37
3.2 Abordagens para Monitoração .....	38
3.3 Raciocínio Baseado em Casos .....	41
3.3.1 Análise de Similaridade entre Projetos de Software .....	43
3.4 Sistemas de Recomendação .....	45
3.5 Avaliação de Sistemas de Recomendação .....	48
3.5.1 Estudo Baseado em Revisão Sistemática da Literatura sobre Medidas para Avaliação de Sistemas de Recomendação .....	49
3.5.2 Estudo Baseado em Revisão Sistemática da Literatura sobre Resultados de Avaliação de Sistemas de Recomendação .....	51
3.6 Considerações Finais .....	57

**CAPÍTULO 4 – Abordagem para Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico .....58**

4.1 Introdução .....	58
4.2 Requisitos para a Abordagem de Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico .....	59
4.3 Abordagem para Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico .....	60
4.4 Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software .....	62
4.5 Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos .....	64
4.6 Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas .....	64
4.7 Cenários de Aplicação da Abordagem Proposta .....	65
4.8 Ferramental de Apoio para a Abordagem Proposta no Ambiente de Alta Maturidade .....	66
4.9 Considerações Finais .....	67

**CAPÍTULO 5 – Método e Modelo de Informação para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software .....68**

5.1 Introdução .....	68
5.2 Modelo de Informação para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software .....	68
5.2.1 Definição dos Indicadores de Monitoração dos Objetivos .....	73
5.3 Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software .....	76
5.3.1 Método para Planejamento Estratégico .....	78
5.3.2 Método para Planejamento Tático .....	84
5.3.3 Método para Planejamento Operacional .....	92
5.3.4 Aplicação do Método Proposto a Partir do Nível Tático .....	96
5.4 Aplicação do Método Proposto em uma Organização .....	97
5.5 Considerações Finais .....	99

**CAPÍTULO 6 – Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software .....100**

6.1 Introdução .....	100
----------------------	-----

6.2 Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software .....	100
6.3 Uso da Infra-estrutura Proposta no Cenário com Alta Maturidade .....	104
6.4 Experiências de Aplicação da Infra-estrutura Proposta .....	105
6.5 Considerações Finais .....	106
<b>CAPÍTULO 7 – Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas .....</b>	<b>107</b>
7.1 Introdução .....	107
7.2 Desenvolvimento da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas .....	107
7.3 Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas .....	109
7.3.1 Uso da Estratégia Proposta no Cenário com Alta Maturidade .....	111
7.4 Definição da Representação do Caso para Aplicação do RBC .....	111
7.5 Análise da Similaridade entre Casos .....	113
7.5.1 <i>Survey</i> para Identificar Características Relevantes para a Análise de Similaridade entre Cenários de Desvio em Projetos de Software .....	117
7.5.1.1 Definição e Planejamento do <i>Survey</i> .....	118
7.5.1.2 Execução do <i>Survey</i> .....	119
7.5.1.3 Análise dos Resultados do <i>Survey</i> .....	120
7.6 Recuperação de Casos Similares .....	124
7.7 Aprendizado com a Execução de Ações Corretivas .....	127
7.8 Sistema de Recomendação de Ações Corretivas .....	129
7.9 Avaliação Experimental da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas.....	133
7.9.1 Definição e Planejamento do Estudo Experimental .....	133
7.9.2 Execução do Estudo Experimental .....	141
7.9.3 Análise dos Resultados do Estudo Experimental .....	143
7.10 Considerações Finais .....	158
<b>CAPÍTULO 8 – Conclusões e Perspectivas Futuras .....</b>	<b>160</b>
8.1 Conclusão .....	160
8.2 Contribuições .....	163
8.3 Perspectivas Futuras .....	165
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>167</b>

<b>APÊNDICE I – Estudos Baseados em Revisão Sistemática da Literatura .....</b>	<b>186</b>
I.1 Introdução .....	186
I.2 Estudo sobre Medidas para Avaliação de Sistemas de Recomendação .....	187
I.2.1 Definição do Protocolo de Pesquisa .....	187
I.2.1.1 Contexto .....	187
I.2.1.2 Objetivo da Pesquisa .....	187
I.2.1.3 Questão de Pesquisa .....	187
I.2.1.4 Escopo da Pesquisa .....	187
I.2.1.5 Procedimento para Seleção das Publicações .....	188
I.2.1.6 Procedimento para Extração e Armazenamento dos Dados .....	189
I.2.1.7 Procedimento para Análise dos Dados .....	189
I.2.2 Teste do Protocolo de Pesquisa .....	190
I.2.2.1 Primeira Rodada de Teste do Protocolo .....	190
I.2.2.2 Segunda Rodada de Teste do Protocolo .....	191
I.2.3 Avaliação do Protocolo de Pesquisa .....	192
I.2.4 Execução da Pesquisa .....	192
I.2.5 Avaliação do Resultado da Pesquisa .....	198
I.3 Estudo sobre Resultados de Avaliação de Sistemas de Recomendação .....	199
I.3.1 Definição do Protocolo de Pesquisa .....	200
I.3.1.1 Contexto .....	200
I.3.1.2 Objetivo da Pesquisa .....	200
I.3.1.3 Questão de Pesquisa .....	201
I.3.1.4 Escopo da Pesquisa .....	201
I.3.1.5 Procedimento para Seleção das Publicações .....	201
I.3.1.6 Procedimento para Extração e Armazenamento dos Dados .....	202
I.3.1.7 Procedimento para Análise dos Dados .....	202
I.3.2 Teste do Protocolo de Pesquisa .....	203
I.3.2.1 Primeira Rodada de Teste do Protocolo .....	203
I.3.2.2 Segunda Rodada de Teste do Protocolo .....	204
I.3.2.3 Terceira Rodada de Teste do Protocolo .....	205
I.3.3 Avaliação do Protocolo de Pesquisa .....	205
I.3.4 Execução da Pesquisa .....	205
I.3.5 Avaliação do Resultado da Pesquisa .....	224

<b>APÊNDICE II – Questionário Utilizado no <i>Survey</i> para Identificar Características Relevantes para a Análise de Similaridade entre Cenários de Desvio em Projetos de Software .....</b>	<b>229</b>
<b>APÊNDICE III – Questionário Utilizado na Avaliação Experimental da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas .....</b>	<b>234</b>

# CAPÍTULO 1 – Introdução

## 1.1 Contexto

O mercado tem forçado as organizações de software a buscarem maior competitividade para serem capazes de melhor atender às expectativas de seus clientes oferecendo produtos e serviços com maior qualidade e menor custo em um intervalo de tempo cada vez menor. Como uma das formas de atender a essa demanda do mercado, organizações têm adotado a melhoria de seus processos de software.

Uma organização ao buscar a melhoria dos seus processos precisa entender as características dos processos existentes e as questões que afetam a sua capacidade; planejar, justificar e implementar ações que modificarão os processos, tornando-os mais coerentes com as necessidades do negócio; avaliar os impactos e benefícios resultantes e compará-los com os custos advindos das mudanças realizadas (SOMMERVILLE, 2004).

Porém, buscar a melhoria dos processos motivada exclusivamente pelo desejo de melhorar, sem alinhamento com os objetivos de negócio da organização, pode não ser efetivo. Estudos indicam que o alinhamento da melhoria de processos de software aos objetivos de negócio é um dos fatores críticos de sucesso desta melhoria (DYBA, 2005; ROCHA *et al.*, 2006; PRIES-HEJE e JOHANSEN, 2010; GUZMÁN *et al.*, 2010; MONTONI, 2010), sendo esse alinhamento uma das recomendações dos modelos de melhoria de processos de software como o CMMI-DEV (SEI, 2010) e o MR-MPS (SOFTEX, 2009). Portanto, ao identificar seus objetivos de melhoria de software, uma organização precisa se preocupar em definir objetivos alinhados aos objetivos de negócio.

Além de definir objetivos de melhoria de software alinhados aos seus objetivos de negócio, uma organização também precisa acompanhá-los continuamente de modo a detectar possíveis ameaças ao alcance desses objetivos e, se necessário, tomar ações adequadas com o intuito de facilitar o alcance dos objetivos definidos.

Há alguns anos, DEMING (1982) já havia destacado a necessidade de acompanhar e controlar as melhorias e realizar ajustes, quando necessário, ao publicar o PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), um ciclo de análise e melhoria proposto por SHEWART na década de 20. Atualmente, organizações perceberam que analisar o seu desempenho de forma

continuada é crucial para alcançar a excelência e um melhor alinhamento das atividades operacionais às suas estratégias de negócio de longo prazo (HUANG *et al.*, 2006). Segundo WANG *et al.* (2006), para uma organização de software, monitorar seu desempenho com relação ao planejado é tão importante quanto estimar prazo e custo.

O acompanhamento do desempenho de uma organização tende a ser mais rigoroso à medida que ela amadurece, pois a análise de seu desempenho precisa ser mais detalhada. Uma das formas de se fazer essa análise é usar o controle estatístico de processos, isto é, medir e analisar os processos e produtos usando técnicas estatísticas (SEI, 2010). Assim, o desempenho das atividades de software pode ser gerenciado, previsto, controlado e melhorado para alcançar os objetivos técnicos e de negócio da organização (FLORAC e CARLETON, 1999).

Neste contexto, modelos de maturidade como o CMMI-DEV (SEI, 2010), o MR-MPS (SOFTEX, 2009) e a norma internacional ISO/IEC 15504 (ISO/IEC, 2003) estabelecem o conceito de objetivos de qualidade e desempenho de processo, que englobam objetivos e requisitos para a qualidade de produtos, qualidade do serviço e desempenho de processos. Esses objetivos devem ser baseados nos objetivos de negócio da organização e têm enorme importância nos níveis mais altos de maturidade, onde podem ser utilizados em diversos contextos, tais como: (i) seleção e implantação de melhorias inovadoras, que podem ser feitas visando aumentar as chances de alcançar esses objetivos; (ii) gerência estatística de projetos, que verifica continuamente o alcance dos objetivos; (iii) análises de causa raiz, que podem ser iniciadas para investigar as razões de não se atingir algum objetivo; entre outros.

Assim, ao iniciar os esforços para alcançar níveis mais altos de maturidade, a definição de objetivos de melhoria de software é muito importante, pois guiará outras práticas que deverão ser realizadas. No entanto, acredita-se que, mesmo para organizações que não estejam buscando níveis mais altos de maturidade, seja de grande importância iniciar nos níveis mais baixos a definição de objetivos relacionados a software que, se atendidos, contribuam para o alcance dos objetivos de negócio, inclusive facilitando que a organização futuramente possa alçar vôos mais altos em relação à maturidade de seus processos.

Neste trabalho usamos o conceito de “objetivo de software” (adaptado de BASILI *et al.*, 2007) como um tipo de objetivo de melhoria de software, similar a um objetivo de qualidade e desempenho, porém sem ser necessariamente um objetivo quantitativo nem relacionado a um subprocesso específico, como costuma ser o foco em altos níveis de

maturidade. Um objetivo de software é uma decomposição de um objetivo de negócio (e, portanto, é alinhado ao negócio da organização) que é mensurável e diz respeito apenas a produtos ou processos de software.

Assim, este trabalho está inserido no contexto de definição e acompanhamento de objetivos de software alinhados ao negócio da organização considerando, também, o controle estatístico dos processos de software.

## **1.2 Motivação**

Apesar de existirem na literatura várias evidências da necessidade de alinhamento das melhorias de processos de software aos objetivos de negócio (FLORAC e CARLETON, 1999; CONRADI e FUGGETTA, 2002; DYBA, 2005; ROCHA *et al.*, 2006; BECKER *et al.*, 2008; SOFTEX, 2009; GUZMÁN *et al.*, 2010; MONTONI, 2010; SEI, 2010), obter esse alinhamento pode não ser tão simples. Mesmo nos principais modelos de melhoria de processos de software, os objetivos de negócio não estão facilmente relacionados às melhorias de processo a serem implementadas (BECKER *et al.*, 2008). Somente em sua versão mais recente, publicada em novembro de 2010, o CMMI-DEV (SEI, 2010) incluiu práticas específicas diretamente relacionadas à definição dos objetivos de negócio e associação desses objetivos com as melhorias de software. Porém, essas práticas são obrigatórias somente no nível mais alto de maturidade e, além disso, segundo essas práticas, os objetivos de negócio estão explicitamente relacionados aos objetivos específicos da alta maturidade, ao invés de estarem associados aos objetivos gerais de melhoria de software.

Traduzir os objetivos de negócio em ações e planos mais detalhados para serem executados nos projetos pode ser complexo, principalmente se não houver um procedimento que indique os passos a serem executados, guiando o planejamento desde os objetivos de negócio até a execução dos projetos. Portanto, é de se esperar que mecanismos que orientem passo a passo, desde a definição dos objetivos de negócio até o planejamento das melhorias de software na organização e em cada projeto especificamente, facilitem o alinhamento das melhorias de software ao negócio da organização.

Em organizações de alta maturidade, o planejamento das melhorias de processo alinhadas aos objetivos de negócio pode se mostrar mais complexo, pois segundo modelos de maturidade e normas como o CMMI-DEV (SEI, 2010), o MR-MPS

(SOFTEX, 2009) e a ISO/IEC 15504 (ISO/IEC, 2003), a organização precisa, ainda, planejar o controle estatístico de seus processos de software. Portanto, é necessário que mecanismos de apoio à definição dos objetivos de melhoria de software alinhados ao negócio da organização também orientem o planejamento do controle estatístico dos processos de software, quando necessário.

Independentemente da adoção do controle estatístico de processos de software, os objetivos definidos devem ser mensuráveis, de forma que seja possível constantemente monitorar seu alcance, pois sem um acompanhamento contínuo, a definição dos objetivos pode se tornar inócua. Para que a monitoração de processos de software seja bem sucedida, um dos problemas a ser tratado, é a dificuldade em detectar desvios, descobrir as causas e então tomar ações apropriadas (BOFFOLI *et al.*, 2008). No entanto, determinar quais ações se mostram mais adequadas para tratar um desvio ou mesmo aquelas que se executadas poderão aumentar o desvio ao invés de tratá-lo não é uma tarefa trivial. A identificação dessas ações depende de diversas características relacionadas à ocorrência do desvio e do comportamento específico da organização. Acredita-se que uma infra-estrutura que permita um acompanhamento pró-ativo através da detecção de possíveis ameaças ao alcance desses objetivos e auxilie na identificação de ações corretivas que tendam a ser mais adequadas, possa tornar a monitoração mais eficaz.

Diante das dificuldades supracitadas e da carência de estudos que tratem essas dificuldades, decidiu-se pela realização deste trabalho, que trata a definição de objetivos de software alinhados aos objetivos de negócio, considerando, inclusive, o controle estatístico dos processos de software, e a gerência desses objetivos desde o acompanhamento até a execução de ações para tratar os desvios detectados.

### **1.3 Suposição**

Considerando-se que, conforme apresentado nas seções anteriores:

- (i) Traduzir os objetivos de negócio, isto é, objetivos de alto nível que devem ser alcançados no longo prazo, em objetivos de melhoria de software e planos detalhados é complexo;
- (ii) Monitorar continuamente os objetivos definidos e detectar desvios de forma pró-ativa não é trivial;

- (iii) Identificar as ações mais adequadas para tratar os desvios detectados é difícil; e,
- (iv) Existe a necessidade de desenvolver mecanismos que tratem essas dificuldades.

Supõe-se que:

*A utilização de uma abordagem que oriente o planejamento das melhorias de software alinhadas ao negócio da organização e que apóie a monitoração dos objetivos definidos auxilia as organizações na definição de objetivos de software alinhados estrategicamente, na execução de ações mais adequadas para tratar desvios relacionados aos objetivos definidos e, conseqüentemente, no alinhamento estratégico das melhorias de software.*

## **1.4 Objetivo**

Alinhado à suposição definida, o objetivo geral desta tese de doutorado é *definir uma abordagem que apóie as organizações na definição de objetivos de software alinhados ao negócio da organização e na gerência desses objetivos promovendo a monitoração contínua e a execução de ações mais adequadas para tratar os desvios detectados.*

Este objetivo geral pode ser decomposto nos seguintes objetivos específicos:

- (i) Definir um modelo de informação para planejamento estratégico, tático e operacional, no contexto de software considerando o controle estatístico de processos de software e a medição de software. Este modelo de informação é útil para descrever os conceitos a serem usados nestes planejamentos, tais como objetivos estratégicos e objetivos táticos, e como estes conceitos se relacionam entre si.
- (ii) Definir um método para o planejamento estratégico, o planejamento tático relacionado aos produtos e processos de software e o planejamento dos projetos no que diz respeito à definição dos objetivos do projeto, ao planejamento do controle estatístico dos processos de software e à medição de software no projeto.
- (iii) Definir uma infra-estrutura para a monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos estratégicos, de software e dos projetos.

- (iv) Definir uma estratégia para recomendação de ações mais adequadas para tratar os desvios relacionados aos objetivos definidos.
- (v) Definir e implementar ferramentas de apoio à execução da abordagem proposta.

A proposta deste trabalho está contextualizada em um projeto de pesquisa mais amplo relacionado a práticas de alta maturidade em processos de software, atualmente em desenvolvimento na COPPE/UFRJ. Este projeto tem como objetivo orientar a melhoria de processos software em organizações de alta maturidade e envolve o desenvolvimento de vários trabalhos de mestrado e doutorado.

## **1.5 Metodologia de Pesquisa**

A pesquisa realizada nesta tese pode ser caracterizada como uma pesquisa aplicada, considerando que ela está relacionada ao desenvolvimento de novos processos ou produtos e está orientada para as necessidades do mercado (APPOLINARIO, 2006). Quanto ao objetivo, este trabalho pode ser classificado como predominantemente exploratório, uma vez que a revisão da literatura realizada indicou que ainda existe pouco conhecimento sobre o tema deste trabalho (WAZLAWICK, 2009).

Com base nas etapas de um trabalho científico propostas por APPOLINARIO (2006) e WAZLAWICK (2009), o desenvolvimento deste trabalho foi orientado pelas seguintes etapas:

- (i) Definição do tema da pesquisa
- (ii) Revisão da literatura
- (iii) Definição do objetivo da pesquisa
- (iv) Elaboração da abordagem proposta
- (v) Análise da viabilidade da abordagem proposta
- (vi) Evolução da abordagem proposta

### Definição do tema, revisão da literatura e definição do objetivo da pesquisa

Conforme apresentado por WAZLAWICK (2009), as três primeiras etapas normalmente são executadas de forma iterativa. Neste trabalho, inicialmente definiu-se como tema a medição de software alinhada ao planejamento estratégico, principalmente em organizações de alta maturidade, e então uma revisão da literatura sobre esse tema

foi realizada. Essa revisão mostrou a existência de propostas relacionadas que, de certa forma, já tratavam o tema definido inicialmente. A partir disso, definiu-se como tema o alinhamento estratégico da melhoria de software considerando um contexto mais amplo e não somente a medição de software.

Com base nesse tema mais amplo, outra revisão da literatura foi realizada para buscar abordagens existentes relacionadas a planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, além de abordagens existentes para definição de objetivos de melhoria de software, para monitoração de objetivos e para recomendação de ações corretivas.

Assim, com base no tema de pesquisa escolhido e na revisão da literatura realizada, o objetivo desta tese foi definido. Vale destacar que a etapa de revisão da literatura continuou até a conclusão deste trabalho, inclusive com a execução de estudos baseados em revisão sistemática da literatura realizados em paralelo com a etapa de análise da viabilidade da abordagem proposta, conforme descrito a seguir.

#### Elaboração da abordagem proposta

A partir do objetivo definido, iniciou-se então a elaboração da abordagem proposta neste trabalho, que é composta por três componentes principais, conforme detalhado no Capítulo 4. Nessa etapa os componentes da abordagem foram identificados, a proposta para cada componente foi elaborada e as ferramentas de apoio à utilização da abordagem proposta foram desenvolvidas. Para apoiar a elaboração da proposta, um *survey* foi realizado, conforme descrito no Capítulo 7.

#### Análise da viabilidade da abordagem proposta

Para cada componente da abordagem proposta, à medida que a etapa de elaboração da proposta foi concluída, um estudo de viabilidade foi realizado. O primeiro e o segundo componentes foram utilizados em organizações de software, conforme descrito nos Capítulos 5 e 6, respectivamente. Para o terceiro componente, a viabilidade foi analisada com base em um estudo experimental, descrito no Capítulo 7. Para apoiar o planejamento e a execução desse estudo experimental, dois estudos baseados em revisão sistemática da literatura foram realizados, conforme detalhado no Apêndice I.

## Evolução da abordagem proposta

A partir dos resultados da análise de viabilidade realizada, a abordagem proposta inicialmente foi evoluída, originando a abordagem apresentada neste trabalho.

Por fim, ao longo do desenvolvimento desta tese, alguns dos resultados obtidos foram registrados nas seguintes publicações:

BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2010a, "Analyzing the Similarity among Software Projects to Improve Software Project Monitoring Processes", In: *7th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, Porto, Portugal, pp. 441-446, Outubro.

BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2010b, "Defining and Monitoring Strategically Aligned Software Improvement Goals", In: *11th International Conference on Product Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 6156/2010, Ireland, pp. 380-394, Junho.

BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2009, "Definição e Monitoração de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico". In: *VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Ouro Preto, Brasil, pp. 114-128, Junho.

## **1.6 Organização do Texto**

Este capítulo introdutório apresentou as principais idéias que motivaram o desenvolvimento desta tese de doutorado, a suposição definida no contexto deste trabalho e os objetivos da tese. Estes tópicos serão refinados ao longo dos próximos capítulos. A organização do texto deste trabalho segue a estrutura abaixo:

- (i) **Capítulo 2 – Planejamentos Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software usando o Controle Estatístico de Processos:**  
Apresenta uma revisão bibliográfica sobre o planejamento estratégico, o planejamento tático e o planejamento operacional relacionados a software e os principais conceitos relacionados à medição e ao controle estatístico de processos de software.
- (ii) **Capítulo 3 – Abordagens para Monitoração e Recomendação de Ações:**  
Apresenta uma revisão da literatura sobre abordagens para monitoração e execução de ações corretivas, incluindo sistemas de recomendação. Os

conceitos fundamentais e trabalhos relacionados também são descritos. Nesse capítulo também são apresentados os resultados de dois estudos baseados em revisão sistemática da literatura executados para identificar abordagens para avaliação de sistemas de recomendação e resultados de avaliação de sistemas de recomendação. Esses resultados foram usados como fundamentação para a avaliação da estratégia para recomendação de ações proposta neste trabalho.

- (iii) **Capítulo 4 – Abordagem para Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico:** Descreve a visão geral da abordagem proposta nesta tese de doutorado. Essa abordagem inclui três componentes principais, detalhados nos capítulos subseqüentes: um Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software cuja definição e utilização são apoiadas por um Modelo de Informação; uma Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software; e uma Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas.
- (iv) **Capítulo 5 – Método e Modelo de Informação para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software:** Descreve o método para planejamento estratégico, tático e operacional e o modelo de informação que apóia a definição e utilização desse método em organizações de software. Também são descritos os principais resultados obtidos com a aplicação do método em uma organização.
- (v) **Capítulo 6 – Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software:** Apresenta a infra-estrutura de apoio à monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos nos níveis estratégico, tático e operacional. Também são descritos os principais resultados obtidos com experiências de aplicação da infra-estrutura proposta.
- (vi) **Capítulo 7 – Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas:** Apresenta a estratégia de recomendação de ações corretivas a partir de um aprendizado contínuo sobre a execução das ações na organização. O planejamento e a execução da avaliação dessa estratégia também são apresentados neste capítulo, bem como os principais resultados obtidos com a execução da avaliação.

- (vii) **Capítulo 8 – Conclusões e Perspectivas Futuras:** Apresenta as conclusões e contribuições desta tese e indica a continuação da pesquisa descrevendo possíveis trabalhos futuros.
- (viii) **Apêndice I – Estudos Baseados em Revisão Sistemática da Literatura:** Descreve dois estudos baseados em revisão sistemática da literatura realizados no contexto desta tese. O primeiro estudo buscou identificar medidas que caracterizam o desempenho de sistemas de recomendação, utilizadas em abordagens para avaliação de sistemas de recomendação. Os resultados deste estudo foram usados para orientar a seleção das medidas adotadas na avaliação do sistema de recomendação de ações corretivas. O segundo estudo foi realizado com o propósito de obter resultados de avaliações recentes de sistemas de recomendação, que usassem as mesmas medidas adotadas na avaliação do sistema de recomendação de ações corretivas. Os resultados deste estudo foram usados para análise do desempenho do sistema de recomendação desenvolvido nesta tese.
- (ix) **Apêndice II – Questionário Utilizado no *Survey* para Identificar Características Relevantes para a Análise de Similaridade entre Cenários de Desvio em Projetos de Software:** Apresenta o questionário usado como instrumento para a execução do *survey* envolvendo gerentes de projeto, conduzido com o propósito de identificar características que sejam relevantes para a análise de similaridade entre cenários de desvio em projetos de software.
- (x) **Apêndice III – Questionário Utilizado na Avaliação Experimental da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas:** Apresenta o questionário usado como instrumento para o estudo experimental realizado com o intuito de analisar a viabilidade de uso da estratégia proposta para recomendação de ações corretivas.

## **CAPÍTULO 2 – Planejamentos Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software usando o Controle Estatístico de Processos**

### **2.1 Introdução**

A competição é um dos fatores determinantes para o sucesso ou fracasso das empresas. Cada empresa que compete em um mercado possui uma estratégia competitiva, seja ela explícita ou implícita. Há alguns anos, PORTER (1986) já afirmava que a ênfase dada ao planejamento estratégico reflete a teoria de que existem benefícios significativos a serem obtidos com um processo explícito de formulação da estratégia.

Assim, além de buscarem oferecer produtos de melhor qualidade e menor custo, as organizações de software precisam se mostrar competitivas. Espera-se que, ao planejar estrategicamente suas ações, uma organização tenha maior facilidade em aumentar a sua competitividade. Em organizações de software, acredita-se que uma organização bem gerenciada, com processos bem definidos, tem maior probabilidade de desenvolver produtos que sigam as exigências do cliente dentro do cronograma e do orçamento, quando comparada a uma organização mal gerenciada e sem processos definidos (SOLINGEN, 2004). De forma análoga, estudos indicam que o planejamento estratégico, seguindo o processo de gerenciamento estratégico, tem um efeito positivo no desempenho da organização, em diferentes tipos de indústria, independentemente do cenário no qual está inserida e de seu ramo de atuação. O planejamento estratégico aumenta tanto o desempenho econômico quanto a capacidade de inovação da organização. Portanto, o planejamento estratégico é essencial para um bom desempenho e não deve ser ignorado (ANDERSEN, 2000).

O planejamento estratégico pode ser resumido como a definição de objetivos, investimentos e planos a partir de uma análise dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças relacionadas à organização (MINTZBERG *et al.*, 2000). Cada organização, independentemente de seu ramo de atuação, pode ser analisada sob três níveis (REZENDE e ABREU, 2001; OLIVEIRA, 2001; CHIAVENATO, 2000):

- *Institucional ou Estratégico*: nível mais elevado da organização envolvendo aqueles que definem os objetivos empresariais ou estratégicos ou, ainda, objetivos de negócio da organização. Neste nível é elaborado o planejamento estratégico relacionado aos objetivos estratégicos, que são de longo prazo, e às ações para alcançá-los, que afetam a organização como um todo.
- *Gerencial ou Tático*: nível intermediário responsável pela comunicação entre os níveis estratégico e operacional, respondendo também pela administração do nível operacional. Neste nível é elaborado o planejamento tático onde são definidos os objetivos táticos, que normalmente são objetivos de médio ou curto prazo, e as ações para alcançá-los, que geralmente afetam somente parte da organização.
- *Operacional*: é a base da organização estando relacionado à execução das tarefas. Neste nível é elaborado o planejamento operacional onde são definidas as tarefas a serem executadas.

Assim, no nível mais alto da organização é elaborado o planejamento estratégico onde são definidas as atribuições do nível tático que, por sua vez, elabora um planejamento para execução de suas atribuições, delegando tarefas ao nível operacional, que também planeja a execução dessas tarefas e as executa.

Em organizações de software, nos níveis tático e operacional são definidos e desenvolvidos os processos e produtos de software. Essas organizações podem ser analisadas segundo a maturidade de seus processos de software, sendo que aquelas que pretendem se tornar mais maduras devem controlar estatisticamente seus processos (SOFTEX, 2009; SEI, 2010). Assim, a aplicação do controle estatístico de processos se torna essencial às organizações de software mais maduras.

Este capítulo está estruturado em seis seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 são apresentados os conceitos fundamentais e os trabalhos relacionados ao nível estratégico. De forma similar, as seções 3 e 4 apresentam o nível tático e o nível operacional, respectivamente, com o foco em organizações de software. A seção 5 apresenta os principais conceitos relacionados ao controle estatístico de processos de software incluindo uma revisão sobre medição de software. Por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais do capítulo.

## 2.2 Planejamento Estratégico

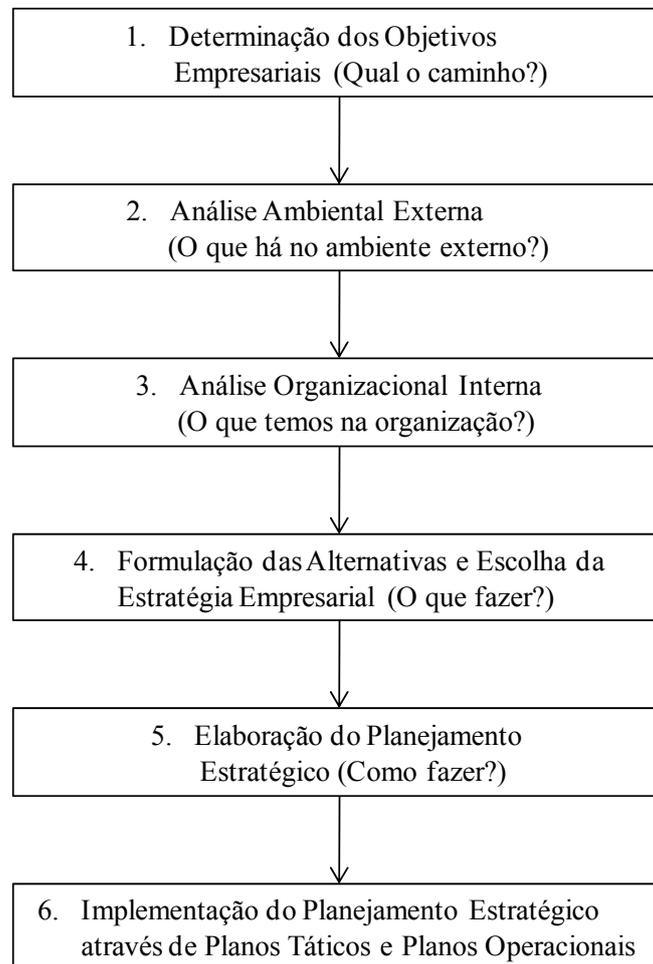
Segundo KERZNER (2001), o planejamento estratégico é o processo de formulação e implementação de decisões a respeito da direção futura da organização. Este planejamento deve ser orientado pela missão e visão da organização. De modo geral, cada organização existente foi criada para atender a alguma finalidade: oferecer um produto ou serviço à sociedade. A *missão* de uma organização representa essa finalidade. Da mesma forma, cada organização existente tem uma imagem de si mesma no futuro, ou seja, do que ela pretende ser. Essa imagem é a *visão* de uma organização que descreve o que ela gostaria de ser dentro de um determinado período de tempo (CHIAVENATO, 2000). Para exemplificar, no contexto do planejamento corporativo para o período de 2009 a 2014, o Banco Nacional do Desenvolvimento definiu a sua missão como “*Promover o desenvolvimento sustentável e competitivo da economia brasileira, com geração de emprego e redução das desigualdades sociais e regionais*”; e a sua visão como “*Ser o Banco do desenvolvimento do Brasil, instituição de excelência, inovadora e pró-ativa ante os desafios da nossa sociedade*” (BNDES, 2010).

Segundo ALONSO *et al.* (2008), o planejamento estratégico é um processo que define a prioridade para todos os investimentos da organização, incluindo a definição de estratégias, valores e riscos. Esse processo tem sido caracterizado como um processo formal de tomada de decisões que orientam as ações organizacionais futuras. O planejamento estratégico se baseia em um conjunto de etapas seqüenciais tais como definição de objetivos, análise ambiental, formulação de estratégias, implementação e controle (ANDERSEN, 2000).

CHIAVENATO (2000) descreve o planejamento estratégico através das seguintes etapas: determinar os objetivos empresariais, analisar o ambiente externo e interno à organização, formular alternativas, escolher a estratégia a ser adotada, elaborar o planejamento estratégico e implementar o planejamento estratégico através de planos táticos e operacionais. A Figura 2.1 apresenta essas etapas.

Os objetivos empresariais, também chamados de objetivos de negócio ou objetivos estratégicos, são os propósitos da organização. Eles são objetivos de longo prazo e quase sempre estão distantes do cotidiano da organização. Segundo ARMSTRONG (2006), cada objetivo deve ser descrito de forma a ser específico, mensurável, alcançável e relevante, além de ter um prazo para o seu alcance. Exemplos de objetivos

de negócio são “Oferecer produtos e serviços competitivos”, “Melhorar e manter a funcionalidade dos processos de negócio” e “Contratar e manter recursos humanos competentes e motivados” (IT GOVERNANCE INSTITUTE, 2007).



**Figura 2.1 – As etapas do planejamento estratégico (adaptado de CHIAVENATO, 2000)**

Independentemente da abordagem utilizada para a definição dos objetivos, eles precisam ser efetivos. Um objetivo, para ser efetivo, deve ser (HBS PRESS, 2006):

- Reconhecido por todos como importante;
- Claro e fácil de entender;
- Mensurável e aplicável ao cenário atual da organização;
- Alinhado à estratégia da organização;
- Alcançável, mas desafiante; e,
- Apoiado por recompensas apropriadas.

A partir de seus objetivos estratégicos, a organização precisa analisar possíveis alternativas e decidir quais ações são necessárias para o alcance dos objetivos. Essa decisão deve considerar dois grupos de fatores: o ambiente externo no qual a organização está inserida e suas próprias características internas (SHIMIZU *et al.*, 2006). O ambiente externo consiste de variáveis existentes fora da organização que, no curto prazo, não estão sob controle da organização. Já o ambiente interno consiste de variáveis existentes dentro da própria organização sobre as quais a gerência executiva não tem influência no curto prazo (HOUBEN *et al.*, 1999).

A análise do ambiente externo deve buscar as ameaças à organização e suas oportunidades permitindo que ações sejam tomadas para maximizar essas oportunidades e minimizar tais ameaças. Internamente, a análise precisa apontar os pontos fortes e pontos fracos da organização, da mesma forma, direcionando as ações a serem executadas (SHIMIZU *et al.*, 2006). Assim, para ter sucesso, a organização deve concentrar seus objetivos de negócio naquilo em que ela é melhor enquanto previne tendências relacionadas às suas fraquezas. Responder aos pontos fortes e fracos é uma etapa essencial no processo de planejamento estratégico (HOUBEN *et al.*, 1999).

A análise dos ambientes interno e externo, buscando seus pontos fortes e pontos fracos e oportunidades e ameaças do ambiente é conhecida como análise SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, and Threats*). A partir da identificação desses fatores, a estratégia da organização é desenvolvida com base em seus pontos fortes, eliminando suas fraquezas, explorando as oportunidades e reagindo às ameaças (DYSON, 2004).

Organizações elaboram o seu planejamento estratégico, porém, muitas vezes faz-se necessário um planejamento estratégico específico da sua área de tecnologia da informação. O conceito de Tecnologia da Informação (TI) inclui sistemas de informação, hardware, software, telecomunicações, automação e recursos de multimídia que sejam utilizados pelas organizações para fornecer dados, informações e conhecimento (LAURINDO *et al.*, 2001). Assim, a área de tecnologia da informação pode ser vista como um tipo de organização de software que está contextualizada em uma organização maior e não necessariamente atuante no domínio de software.

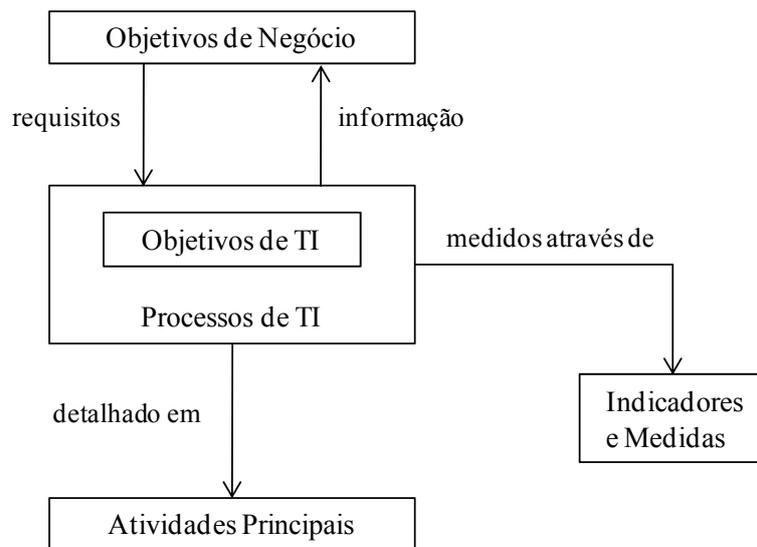
Neste contexto, surge a necessidade de alinhamento entre o planejamento estratégico de tecnologia da informação e o planejamento estratégico da organização. O planejamento estratégico de TI é importante para alinhar os objetivos de TI e os

objetivos de negócio de modo a possibilitar a conclusão de projetos bem sucedidos (ALONSO *et al.*, 2008).

Com o intuito de direcionar os esforços relacionados à tecnologia da informação de modo que apoiem os objetivos e estratégias da organização, promovendo assim o alinhamento da TI aos objetivos de negócio, o Instituto de Governança de TI propôs o COBIT - *Control Objectives for Information Technology* (IT GOVERNANCE INSTITUTE, 2007). O COBIT é um *framework* desenvolvido para gerenciamento dos processos de TI e tem como características principais ser: focado no negócio, orientado a processo, baseado em controle e guiado pela medição. Ele define as atividades de TI em um modelo genérico de processo organizado em quatro domínios: (i) Planejar e Organizar, (ii) Adquirir e Implementar, (iii) Entregar e Apoiar e (iv) Monitorar e Avaliar. Para cada domínio é definido um grupo de processos, totalizando trinta e quatro processos.

O COBIT trata a orientação ao negócio através de conexões entre os objetivos de negócio e os objetivos relacionados à tecnologia da informação, denominados objetivos de TI. Neste *framework*, cada objetivo de TI é apoiado por um grupo de processos. O *framework* descreve um conjunto de objetivos de negócio genéricos e um conjunto de objetivos de TI, também genéricos, relacionados aos objetivos de negócio. Com o objetivo de prover boas práticas que representam o consenso de especialistas, o COBIT descreve o que fazer para se ter um gerenciamento e controle efetivo sem detalhar os passos necessários para elaborar o planejamento estratégico da TI. Em relação à medição, o COBIT identifica alguns indicadores e medidas que podem ser usados para monitorar as atividades, os processos e os objetivos, mas não se preocupa em detalhar como planejar essa medição nem como coletar e analisar as medidas. Por estar focado em prover uma infra-estrutura de TI, o COBIT também não se preocupa especificamente com a engenharia de software. A Figura 2.2 ilustra o relacionamento entre alguns componentes do COBIT.

A elaboração do planejamento estratégico de uma organização, independentemente de ser uma organização de software, pode ser apoiada pelo *Balanced Score Card* (BSC) proposto por KAPLAN e NORTON (1996). Inicialmente definido como um sistema de medição de desempenho, o BSC se tornou a base de um novo sistema de gerenciamento que alinha e foca a organização na implementação e melhoria de sua estratégia. Ele apóia a organização a superar dois problemas: medição de desempenho organizacional efetiva e implementação da estratégia (NIVEN, 2002).



**Figura 2.2 – Relacionamento entre componentes do COBIT (adaptado de IT GOVERNANCE INSTITUTE, 2007)**

O BSC é um *framework* para descrever, implementar e gerenciar a estratégia de uma organização em todos os seus níveis, relacionando objetivos, iniciativas e medidas para esta estratégia. Ele traduz a visão e a estratégia da organização em um conjunto abrangente de indicadores de desempenho que provêm a estrutura para o sistema de medição e gerenciamento estratégico. O conjunto de indicadores inclui medidas financeiras, que refletem os resultados de ações tomadas no passado, e de forma complementar inclui as medidas operacionais, tais como: satisfação do cliente, processos internos, inovação e melhoria organizacional que guiarão o desempenho financeiro futuro da organização.

Para KAPLAN e NORTON (1996), o BSC é mais que um sistema de medição, pois tem sido usado para executar processos críticos de gerenciamento tais como:

1. Esclarecer e traduzir a visão e estratégia da organização;
2. Relacionar objetivos estratégicos e medidas e comunicá-los;
3. Planejar, definir metas e alinhar iniciativas estratégicas; e
4. Aumentar o *feedback* estratégico e o aprendizado.

No BSC, os indicadores de desempenho são balanceados através de quatro perspectivas (KAPLAN e NORTON, 1996; FERNANDES, 2003):

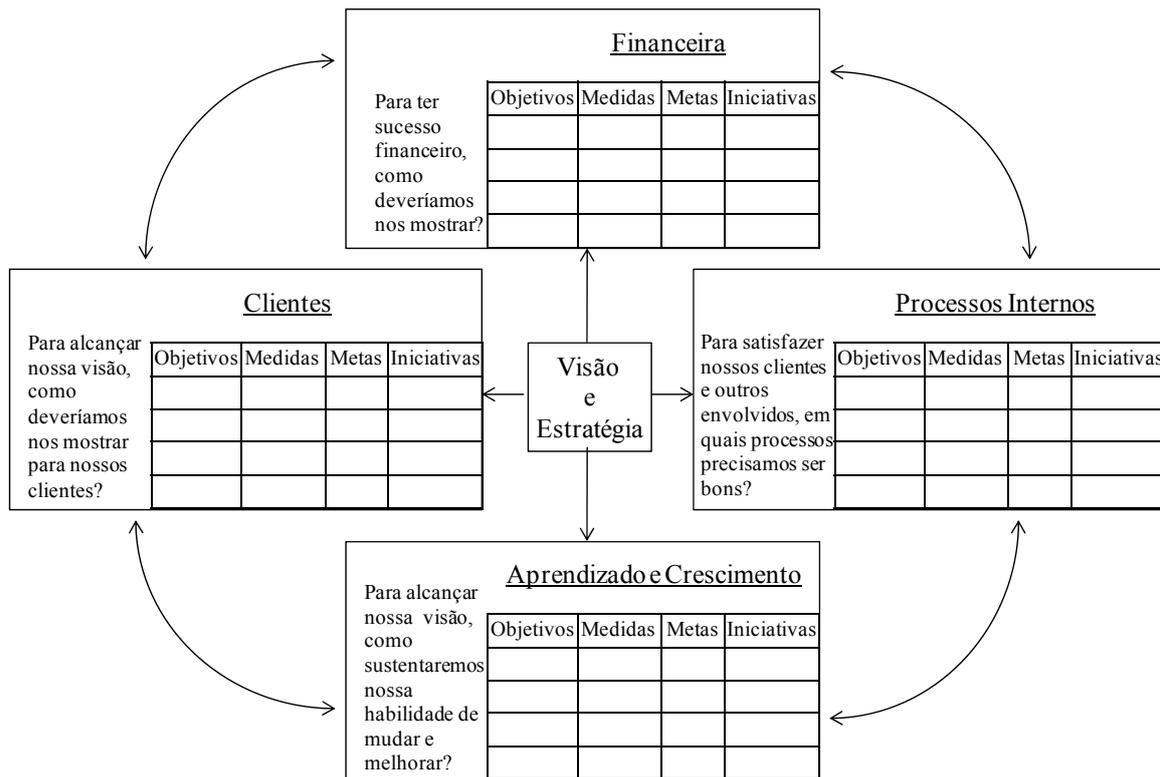
- (i) Financeira: enfatiza os objetivos e medidas monetárias e tem como questão principal identificar quais são os objetivos financeiros que maximizam o valor

para os envolvidos. Objetivos financeiros típicos estão relacionados a lucratividade, crescimento e valor para os acionistas.

- (ii) Cientes: analisa como criar uma proposta de valor aos clientes, que defina como a empresa se diferenciará dos concorrentes para atrair, reter e aprofundar o relacionamento e assim garantir retornos financeiros futuros. Como a expectativa do cliente geralmente falha dentro de quatro categorias: tempo, qualidade, desempenho e serviços e custos, as organizações precisam gerar objetivos para essas categorias e traduzir esses objetivos em medidas específicas.
- (iii) Processos Internos: diz respeito às atividades que efetivamente agregam valor à empresa. Nesta perspectiva, os objetivos normalmente procuram identificar em quais processos a organização precisa ser excelente para satisfazer os clientes. Os objetivos mais comuns são relacionados a produtividade, qualidade dos produtos, tecnologia empregada e prazos.
- (iv) Aprendizado e Crescimento: analisa a empresa com relação à inovação e desenvolvimento das pessoas, buscando responder como a organização deve manter sua capacidade de mudar e melhorar. A sugestão é analisar quesitos como motivação, habilidades e competências.

A Figura 2.3 mostra a estrutura do BSC que apóia mais fortemente o nível estratégico da organização sem se preocupar em apoiar especificamente a medição no nível operacional. Além disso, por ser uma abordagem de apoio à medição e controle do desempenho da organização com relação ao seu negócio, o BSC não tem como objetivo apoiar detalhadamente a medição, descrevendo como coletar e analisar as medidas além de não ter como propósito tratar especificamente do desenvolvimento de software.

Muitas pesquisas têm sido direcionadas para apoiar e melhorar o processo de planejamento estratégico. HUANG (2009) apresenta uma abordagem de apoio ao planejamento estratégico através de uma integração do BSC com um sistema baseado em conhecimento que configura estratégias com base nas quatro perspectivas do BSC, determinando pesos específicos para cada estratégia e facilitando uma automatização do planejamento estratégico. MARKOVIC e KOWALKIEWICZ (2008) apresentam uma ontologia para modelar objetivos de negócio e um padrão para relacionar esses objetivos aos modelos de processos de negócio da organização.



**Figura 2.3 – A estrutura do BSC (KAPLAN e NORTON, 1996)**

REN *et al.* (2006) propõem um *framework* com metodologia e ferramental de apoio para apoiar a tomada de decisões relacionadas a *Supply Chain*. O *framework* traduz os objetivos estratégicos em medidas, formulando um modelo matemático e, então, usa simulação para apoiar a análise e decisão. Em CASTILLO *et al.* (2006) é apresentada uma proposta de apoio ao planejamento estratégico através da geração de possíveis cenários, dados alguns eventos e probabilidades de ocorrência. ANDERSEN (2000) apresenta uma pesquisa comparativa entre os efeitos do planejamento estratégico e da execução de ações autônomas, em que gerentes tomam decisões de resposta a algum evento que melhoram o desempenho em condições de mudança de ambiente. Os resultados indicam que o planejamento estratégico tem efeitos positivos no desempenho da organização, aumentando tanto o desempenho econômico quanto a capacidade de inovação da organização, em diferentes tipos de indústria. Especificamente em indústrias complexas e dinâmicas, como a indústria de software, os resultados indicam que as ações autônomas, quando coexistem com o planejamento estratégico, contribuem para melhorar o desempenho da organização.

Alguns estudos também analisam como usar a tecnologia da informação para apoiar o planejamento estratégico da organização. ALONSO *et al.* (2008) discutem a importância da tecnologia da informação para o alcance dos objetivos estratégicos e

apresentam algumas lições aprendidas. AUDY (2000) propõe um modelo de planejamento estratégico de sistemas de informação que apóia o processo decisório, incorporando aspectos de aprendizagem organizacional como forma de incrementar a viabilidade de implementação do plano.

Apesar de existirem vários trabalhos relacionados ao planejamento estratégico, pode-se notar que ainda existem questões a serem respondidas, no contexto das organizações que desenvolvem software, quanto ao desdobramento deste planejamento em planos táticos e operacionais relacionados ao desenvolvimento de produtos e processos de software.

### **2.3 Planejamento Tático em Organizações de Software**

O planejamento estratégico se caracteriza como um planejamento de longo prazo e que normalmente planeja ações em alto nível. Assim, para permitir a execução deste planejamento, uma organização precisa detalhá-lo, traduzindo-o em planos táticos.

Para que o planejamento estratégico possa ser levado adiante, ele precisa ser implementado nos níveis mais baixos da organização, onde as tarefas são executadas. Porém, entre o nível estratégico e o operacional existe uma enorme diferença de linguagem e postura. Assim, o planejamento estratégico precisa ser desdobrado em planos táticos para que as decisões estratégicas ali contidas sejam moldadas e traduzidas em planos capazes de serem entendidos que, posteriormente, precisarão ser detalhados em planos operacionais, para serem executados (CHIAVENATO, 2000).

O processo de traduzir os objetivos estratégicos em ações táticas é uma tarefa difícil, pois é preciso considerar um grande número de possibilidades em um cenário onde normalmente há pouca informação estruturada. Além disso, ainda existe pouco apoio à execução dessa atividade (REN *et al.*, 2006).

No planejamento tático se faz necessária a definição dos objetivos táticos a partir de um refinamento dos objetivos estratégicos. Modelos de objetivos estratégicos representam uma hierarquia entre objetivos, na qual os objetivos do nível mais alto são refinados em objetivos mais específicos e concretos. Esse refinamento provê uma rastreabilidade entre os objetivos de mais alto nível até os objetivos definidos nos níveis mais baixos (MARKOVIC e KOWALKIEWICZ, 2008).

Além de identificar os objetivos nos níveis estratégico, tático e operacional, é importante planejar também como eles serão monitorados permitindo o

acompanhamento contínuo desses objetivos. Para controlar o alcance dos objetivos, é importante associar medidas a cada objetivo definido (MARKOVIC e KOWALKIEWICZ, 2008). Os objetivos precisam ser monitorados através de indicadores que tratem informações quantitativas e qualitativas mostrando o desempenho da organização (REZENDE e ABREU, 2001).

Em organizações que desenvolvem produtos de software, o controle dos objetivos depende de medidas relacionadas ao software. Assim, no nível tático, as organizações que desenvolvem produtos de software, além de definirem seus objetivos táticos e planejar a medição específica de seus objetivos, precisam planejar também a medição de seus produtos e processos de software. A seção 2.5.1 apresenta os principais conceitos relacionados à medição de produtos e processos de software e algumas abordagens existentes. Além disso, quando essas organizações desejam alcançar uma maior maturidade de seus processos de software, elas precisam utilizar o controle estatístico de processos. Diante disso, a seção 2.5 apresenta os principais conceitos relacionados ao controle estatístico de processos de software.

No contexto das organizações que desenvolvem produtos de software, os objetivos táticos podem ou não estar relacionados ao software. Quando relacionados ao software, estes objetivos normalmente indicam o desejo da organização em melhorar seus processos e produtos de software. Uma organização de software que tem por objetivo conhecer seu comportamento em relação a algum fator, por exemplo, em relação à qualidade de seus produtos, à duração ou custo de seus projetos, provavelmente tenha como motivação principal melhorar seu comportamento em relação ao fator a ser analisado.

Segundo FLORAC e CARLETON (1999), a melhoria de processos de software deve ser orientada por objetivos de melhoria que visam, principalmente: (i) entender as características dos processos existentes e os fatores que afetam a capacidade do processo, (ii) planejar e implementar ações que modifiquem o processo para atender melhor às necessidades de negócio, e (iii) avaliar os impactos e benefícios obtidos e compará-los com os custos das mudanças realizadas nos processos. ALBUQUERQUE (2008) destaca que os objetivos de melhoria podem estar relacionados a: (i) galgar níveis mais altos de maturidade; (ii) realizar mudanças visando maior adequação às necessidades da organização ou melhorias no desempenho dos processos; ou (iii) ambos. O mais importante é ter objetivos de melhoria que agreguem valor ao negócio da organização, buscando influenciá-lo positivamente e melhorar a qualidade dos

produtos de software desenvolvidos pela organização. Para o CMMI-DEV (SEI, 2010), um objetivo de melhoria de processo é um conjunto de características desejadas, definidas para orientar o esforço de melhoria de processos de modo específico e mensurável, tanto com relação a características de produto quanto com relação a características de processo, isto é, com relação à forma como o processo é executado.

Assim, considerando as definições existentes para objetivo de melhoria e supondo que os objetivos táticos relacionados ao software normalmente descrevem a intenção da organização em melhorar seus processos e produtos de software, pode-se dizer que esses objetivos representam os objetivos de melhoria de software da organização.

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de promover o alinhamento entre as melhorias de software, normalmente planejadas no nível tático, e os objetivos estratégicos. GUZMÁN *et al.* (2010) propõem o BOQM - *Balanced Objective-Quantifiers Methodology*, uma abordagem que integra a gerência do nível estratégico, a melhoria de processos e a medição em organizações de software através da adoção de princípios do BSC, do GQM (abordagem descrita na seção 2.5.1) e do PSM (abordagem descrita na seção 2.5.1). O BOQM propõe a definição de objetivos estratégicos e objetivos de melhoria alinhados aos objetivos estratégicos. Os objetivos de melhoria são analisados segundo as perspectivas do BSC e a partir desses objetivos a abordagem GQM é aplicada para definição de questões e medidas para acompanhamento dos objetivos de melhoria. O PSM é aplicado para derivar indicadores e identificar as relações entre eles.

ASATO *et al.* (2009) descrevem um *roadmap* para alinhar a estratégia de negócio e as melhorias de processo de software composto das seguintes etapas: (i) Definir a arquitetura dos indicadores; (ii) Obter consenso sobre os objetivos estratégicos; (iii) Escolher e preparar os indicadores; e (iv) Elaborar o plano de implementação das melhorias.

BECKER (2007) apresenta uma proposta para a condução de programas de melhoria de processo alinhado aos objetivos organizacionais em micro e pequenas empresas e descreve um modelo iterativo e incremental para a condução de programas de melhoria de processos de software composto de quatro fases: (i) Diagnóstico: tem como finalidade analisar o processo de desenvolvimento de software atual da organização a partir do modelo MR-MPS, identificar os problemas deste processo e suas causas e determinar os objetivos estratégicos da organização com o programa de melhoria; (ii) Análise: foi estabelecida para que o planejamento do programa de

melhoria seja realizado a partir dos objetivos estratégicos da organização. É nesta fase que os ciclos de melhoria são determinados. Para isso, os processos e resultados esperados do modelo MR-MPS são priorizados a partir dos objetivos estratégicos da organização com o programa de melhoria; (iii) Definição: estabelece um processo para a organização seguindo o modelo MR-MPS; e, (iv) Implantação: aborda a institucionalização do processo definido na organização, incluindo a disponibilização de um guia de processos, treinamento dos colaboradores, execução de projeto pilotos, disseminação do processo definido e avaliação do ciclo de melhoria realizado na organização.

Por fim, em FLORAC e CARLETON (1999) é apresentada uma abordagem para medição de processos para a melhoria de processos de software. Esta abordagem descreve um *framework* para medição e melhoria do comportamento de processo composto das seguintes atividades: (i) Esclarecer os objetivos de negócio; (ii) Identificar e priorizar questões; (iii) Selecionar e definir medidas; (iv) Coletar, verificar e armazenar dados; (v) Analisar o comportamento do processo; e (vi) Avaliar o desempenho do processo.

Percebe-se que o planejamento tático em uma organização de software deveria considerar o contexto de melhoria de software, incluindo a definição de objetivos táticos relacionados aos produtos e processos de software, o planejamento da medição e, se a organização está visando a altos níveis de maturidade, o planejamento do controle estatístico dos processos. Além das abordagens descritas para alinhar a melhoria de software aos objetivos de negócio da organização, a literatura apresenta alguns trabalhos que apóiam pontualmente a medição de software e o controle estatístico dos processos, conforme descrito na seção 2.5. No entanto, de forma geral, as abordagens existentes não tratam o contexto maior da melhoria de processos de software alinhada ao negócio da organização considerando os níveis estratégico, tático e operacional e também não abordam o controle estatístico de processos, essencial às organizações de alta maturidade.

Assim, observa-se que ainda existem questões a serem respondidas no nível tático das organizações de software relacionadas à definição dos objetivos táticos, incluindo objetivos de melhoria alinhados aos objetivos de negócio, e à integração do planejamento da medição e do planejamento do controle estatístico de processos ao planejamento tático da organização.

## 2.4 Planejamento Operacional em Organizações de Software

O planejamento tático se preocupa em traduzir o planejamento estratégico em ações de médio prazo tomando decisões pertinentes à organização. No entanto, as ações e decisões descritas no nível tático ainda visam ao médio prazo e precisam ser desdobradas em planos mais detalhados e de curto prazo, permitindo a execução imediata. Esse detalhamento se dá através da elaboração do plano operacional.

O planejamento operacional se preocupa basicamente com “o que fazer” e “como fazer”. Por meio deste planejamento, é possível visualizar e determinar ações futuras dentro do nível operacional que melhor conduzam ao alcance dos objetivos da empresa (CHIAVENATO, 2000).

A operacionalização do planejamento estratégico pode ser alcançada através da execução de projetos, pois a correta execução dos projetos tende a atender as metas e, conseqüentemente, aos objetivos, missão e visão da empresa (PMBOK, 2008; SOUZA, 2008). Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo (PMBOK, 2008). Particularmente em organizações que desenvolvem produtos de software, o nível operacional normalmente está organizado em projetos, e assim, o planejamento operacional passa a ser o planejamento de cada projeto a ser executado.

Uma das primeiras etapas do planejamento dos projetos é definir os objetivos do projeto, isto é, objetivos específicos para o projeto que representem as restrições do projeto e necessidades do cliente mantendo um alinhamento aos objetivos da organização. Os objetivos do projeto incluem os critérios mensuráveis do sucesso do projeto. Os projetos podem possuir uma ampla variedade de objetivos técnicos, de negócio, custo, cronograma e qualidade (ISO/IEC, 2008; PMBOK, 2008). Como objetivos operacionais, os objetivos dos projetos provêm a base para medição do progresso em direção ao alcance dos objetivos estratégicos (MARKOVIC e KOWALKIEWICZ, 2008).

O planejamento do projeto também precisa se preocupar em como os objetivos definidos para o projeto serão medidos e monitorados. Em organizações de software, de forma similar ao planejamento tático, essa monitoração depende de medidas relacionadas ao software o que leva à necessidade de um planejamento da medição de software, como descrito no planejamento tático.

Além de planejar o projeto, é preciso controlar uma série de tarefas integradas de forma a atingir, com êxito, os objetivos do projeto. O planejamento e o controle do projeto juntos caracterizam a gerência de projetos (KERZNER, 2001). A literatura apresenta vários trabalhos que apóiam a gerência de projetos tradicional (MILOSEVIC, 2003; PMBOK, 2008; ISO/IEC, 2008; SOFTEX, 2009; SEI, 2010), porém, a gerência de projetos tradicional não será detalhada aqui por não ser o foco deste trabalho.

Os métodos de gerência tradicional que incluem análises de medidas e a comparação destas, em um determinado ponto do projeto, com os valores que foram planejados para aquele momento, não são suficientes para determinar o desempenho de execuções anteriores dos processos ou para prever o desempenho dos processos nos projetos correntes e futuros (FENTON *et al.*, 2004). Por isso, ao se tornarem mais maduras, organizações de software precisam substituir a gerência de projetos tradicional pela gerência quantitativa dos projetos baseada no desempenho de seus processos e usando técnicas estatísticas e outras técnicas quantitativas.

A gerência quantitativa do projeto consiste em utilizar métodos estatísticos e outras técnicas quantitativas para analisar os processos utilizados no projeto e, a partir daí, fornecer subsídios para sua melhoria, incluindo análise de causas de defeitos e outros problemas, aplicação de ações corretivas e preventivas e implantação de melhorias. Ela é capaz de fornecer, por meio da análise de dados obtidos em medições, uma visão objetiva do projeto e dos processos nele utilizados, permitindo a compreensão de seu status e andamento, suas variações de desempenho e qualidade e o grau de alcance dos objetivos do projeto e da organização (SOFTEX, 2009; SEI, 2010).

Com o intuito de promover a gerência quantitativa de projetos, o modelo de melhoria de processos de software CMMI-DEV (SEI, 2010) define a área de processo Gerência Quantitativa de Projetos, para empresas mais maduras, que tem como propósito gerenciar quantitativamente o projeto para alcançar os objetivos de qualidade e desempenho de processo estabelecidos para o projeto. Para alcançar este propósito, a organização inicialmente precisa estabelecer os objetivos do projeto incluindo os objetivos de qualidade e desempenho do processo para o projeto. O próximo passo é compor o processo definido para o projeto a partir de subprocessos, com base em dados sobre a estabilidade e capacidade histórica desses subprocessos, e selecionar os subprocessos que serão controlados estatisticamente. O desempenho do projeto deve, então, ser gerenciado, incluindo o controle estatístico dos subprocessos selecionados. Usar o controle estatístico para gerenciar os subprocessos selecionados envolve

selecionar medidas e técnicas analíticas, aplicar métodos estatísticos para compreender a variação dos subprocessos, e monitorar o desempenho dos subprocessos, registrando dados deste gerenciamento.

No Modelo de Referência MR-MPS (SOFTEX, 2009), o processo Gerência de Projetos descreve alguns resultados esperados com a gerência dos projetos nos níveis mais altos de maturidade considerando que, nesse contexto, a gerência de projetos passa a ter um enfoque quantitativo, refletindo a alta maturidade que se espera da organização. Os seguintes resultados esperados estão relacionados à alta maturidade:

- GPR 18 - Os subprocessos mais adequados para compor o processo definido para o projeto são selecionados com base na estabilidade histórica, em dados de capacidade e em outros critérios previamente estabelecidos.
- GPR 19 - Os objetivos para a qualidade do produto e para o desempenho do processo definido para o projeto são estabelecidos e mantidos.
- GPR 20 - Subprocessos do processo definido para o projeto e que serão gerenciados estatisticamente são escolhidos e são identificados os atributos por meio dos quais cada subprocesso será gerenciado estatisticamente.
- GPR 21 - O projeto é monitorado para determinar se seus objetivos para qualidade e para o desempenho do processo serão atingidos. Quando necessário, ações corretivas são identificadas.
- GPR 22 - O entendimento da variação dos subprocessos escolhidos para gerência quantitativa, utilizando medidas e técnicas de análise estatística previamente selecionadas, é estabelecido e mantido.
- GPR 23 - O desempenho dos subprocessos escolhidos para gerência quantitativa é monitorado para determinar a sua capacidade de satisfazer os seus objetivos para qualidade e para o desempenho. Ações são identificadas quando for necessário tratar deficiências dos subprocessos.
- GPR 24 - Dados estatísticos e de gerência da qualidade são incorporados ao repositório de medidas da organização.

Assim como o planejamento tático, o planejamento operacional em organizações de software deveria considerar a definição dos objetivos do projeto alinhados aos objetivos táticos e conseqüentemente aos objetivos estratégicos da organização. O planejamento da medição e o planejamento do controle estatístico dos processos, se a organização deseja implementar práticas de alta maturidade, também deveriam fazer parte do

planejamento dos projetos. Neste contexto, ainda existem questões a serem respondidas no nível operacional, relacionadas à definição de objetivos dos projetos alinhados aos objetivos estratégicos e à integração do planejamento do controle estatístico de processos no projeto ao planejamento dos projetos. Questões relacionadas à monitoração dos objetivos definidos nos três níveis, de forma integrada, também precisam ser respondidas, garantindo que o impacto de desvios nos níveis mais baixos seja percebido e analisado também nos níveis mais altos.

## **2.5 Controle Estatístico de Processos e Medição de Software**

Segundo modelos de maturidade como o CMMI-DEV (SEI, 2010) e o MR-MPS (SOFTEX, 2009), para atingir níveis mais altos de maturidade, uma organização precisa controlar estatisticamente o desempenho de seus processos. O controle estatístico de processos permite quantificar as características dos projetos, produtos e processos de software, representando-as graficamente, de modo a propiciar uma análise mais objetiva e eficiente. Dessa forma, o desempenho das atividades que geram os produtos pode ser previsto, controlado e guiado para alcançar os objetivos técnicos e de negócio (FLORAC e CARLETON, 1999).

Quando aplicado em organizações maduras, o controle estatístico de processos apóia a análise de desempenho. O desempenho de um processo pode ser definido como uma medida dos resultados atuais alcançados. Este desempenho pode ser caracterizado por medidas de processo como, por exemplo, esforço, prazo e eficiência da remoção de defeitos, e por medidas de produto, como confiabilidade e densidade de defeitos. A análise de desempenho de processos de software é responsável por estabelecer e manter um entendimento quantitativo da eficiência dos processos organizacionais, definindo *baselines* e modelos de desempenho necessários ao gerenciamento quantitativo dos projetos (SEI, 2010).

Para analisar o desempenho de processos, faz-se necessário o entendimento de dois conceitos: estabilidade e capacidade dos processos. O processo estável pode ser definido como um processo previsível, cujo desempenho e variabilidade são conhecidos, permitindo elaborar estimativas que utilizam como base seu desempenho passado. Para verificar se determinado processo é estável, torna-se necessário executá-lo, coletar uma quantidade significativa de medidas de desempenho e avaliar se o processo está sob controle estatístico (WHEELER e CHAMBERS, 1992).

A estabilidade dos processos é importante para qualquer organização no que se refere à capacidade de desenvolver produtos de acordo com os planejamentos. Também é fundamental para melhorar processos e para desenvolver produtos melhores e mais competitivos. Sem a estabilidade e o conhecimento sobre o que o processo pode fazer, medições podem facilmente levar a ações inapropriadas. Além disso, sem um histórico de desempenho estável, não é possível extrapolar o desempenho observado anteriormente para situações futuras. Mais ainda, sem estabilidade não há processo repetível a ser usado como base para melhorias, ou talvez exista não um, mas muitos diferentes. Com isso, é muito difícil avaliar os efeitos de ações de melhoria nos processos (FLORAC e CARLETON, 1999).

Já a capacidade do processo está relacionada ao fato de ele poder satisfazer seus objetivos de qualidade e desempenho. Mesmo que um processo tenha seu desempenho conhecido e estável, este pode estar com valores aquém do desejado ou com uma variabilidade mais ampla. Neste caso, diz-se que o processo é estável, mas não é capaz de atender às especificações definidas. Portanto o processo capaz é aquele cujo desempenho médio e variabilidade atendem ao especificado (SEI, 2010).

O controle estatístico de processos usa os gráficos de controle para avaliar se um dado processo se encontra estável estatisticamente, além de auxiliar na melhoria contínua da qualidade e desempenho do processo gerenciado (FLORAC e CARLETON, 1999). Os gráficos de controle foram propostos por SHEWART (1980) para determinar se o processo se encontra estável estatisticamente, ou sob controle. Nestes gráficos, são exibidos os dados coletados de execuções do processo, permitindo a análise do desempenho, estabilidade e capacidade do processo. Os gráficos de controle são construídos através dos cálculos da linha central (representando a tendência central) e dos limites inferior e superior, sendo que esses limites representam  $3\sigma$ , ou seja, três vezes o desvio padrão da amostra, para cima e para baixo da linha central, respectivamente.

As variações ou desvios podem ser devidos a causas comuns ou atribuíveis (SHEWART, 1980). Causas comuns são compostas de variações comuns, que ocorrem o tempo todo em qualquer processo. Causas atribuíveis representam alguma situação ou ação que pode justificar a variação ocorrida, como por exemplo, doença ou demissão de um membro da equipe. A partir da identificação de alguma variação ou desvio, um estudo para identificar possíveis causas para tal desvio deve ser realizado (CERDEIRAL *et al.*, 2007).

Existem vários testes para se detectar se um processo é estável ou se existem causas atribuíveis. FLORAC e CARLETON (1999) apresentam quatro dos principais testes:

- T1: Verificar se 1 ponto está fora dos limites estabelecidos ( $\pm 3\sigma$  da média).
- T2: Verificar se entre 3 pontos consecutivos existem 2 fora da linha de  $2\sigma$  (do mesmo lado).
- T3: Verificar se entre 5 pontos consecutivos existem 4 fora da linha de  $1\sigma$  (do mesmo lado).
- T4: Verificar se 8 pontos consecutivos estão do mesmo lado da linha central.

Se algum desses casos ocorrer, é possível que existam causas atribuíveis no processo, e ações corretivas devem ser consideradas para que o processo volte a estar sob controle.

A análise da capacidade do processo envolve os objetivos de qualidade e desempenho definidos. Os gráficos de controle são analisados contra os objetivos desejados e ações corretivas devem ser realizadas sempre que os objetivos não forem alcançados. Deve-se estabilizar os processos e, através dos estudos das causas atribuíveis, diminuir suas incidências (FLORAC e CARLETON, 1999).

Para facilitar a comparação de resultados reais com resultados esperados durante a análise dos processos, segundo os modelos CMMI-DEV e MR-MPS, o controle estatístico dos processos de software prevê a definição de *baselines* de desempenho do processo que caracterizam e documentam resultados reais obtidos anteriormente ao se executar o processo descrevendo o comportamento esperado. Porém, o comportamento esperado de um processo deve ser contextualizado em relação aos objetivos de qualidade e desempenho definidos.

A aplicação do controle estatístico de processo de software também favorece que as organizações se beneficiem dos dados coletados durante o controle estatístico para estabelecerem modelos de desempenho de processo, ou seja, modelos que relacionem atributos dos processos que possam ser usados para prever futuros resultados ao se executar esses processos.

Todas essas informações relacionadas à estabilidade e capacidade dos processos são muito importantes para o planejamento tático e o planejamento operacional, pois auxiliam a definição de objetivos mais realistas uma vez que o comportamento esperado é conhecido, sendo possível fazer previsões futuras. Essas informações também se mostram apropriadas para a monitoração dos objetivos definidos, sendo possível

analisar se eles estão sendo alcançados. Além disso, toda a preparação necessária para o uso do controle estatístico, como a análise do comportamento dos processos, a definição de *baselines* e modelos de desempenho e mesmo o planejamento da medição na organização, devem ser elaborados no contexto do planejamento tático relacionado a software.

Tanto o CMMI-DEV quanto o MR-MPS orientam a adoção do controle estatístico de processos de software. O CMMI-DEV define a área de processo Desempenho do Processo Organizacional que tem como propósito estabelecer e manter um entendimento quantitativo do desempenho dos processos da organização apoiado pelos objetivos de qualidade e desempenho de processo, e prover dados de desempenho de processo, *baselines* e modelos para gerenciar quantitativamente os projetos da organização. Para isso a organização deve selecionar os processos que serão controlados estatisticamente, identificar as medidas que serão utilizadas para descrever o desempenho desses processos, definir os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho e estabelecer *baselines* e modelos de desempenho. Os objetivos de qualidade e desempenho de processo, conceito introduzido neste nível de maturidade, englobam objetivos e requisitos para a qualidade de produtos, qualidade de serviço, e desempenho de processos e devem ser baseados nos objetivos de negócio da organização.

De forma similar, o MR-MPS define atributos de processos relacionados que preparam para o gerenciamento quantitativo do desempenho dos processos da organização. São eles AP 4.1 - O processo é medido e AP 4.2 - O processo é controlado.

O atributo de processo AP 4.1 - O processo é medido é descrito em termos dos seguintes resultados esperados:

- RAP 23 - As necessidades de informação dos processos, requeridas para apoiar objetivos de negócio relevantes da organização, são identificadas.
- RAP 24 - A partir do conjunto de processos padrão da organização e das necessidades de informação, são selecionados os processos e/ou subprocessos que serão objeto de análise de desempenho.
- RAP 25 - Objetivos de medição do processo e/ou subprocesso são derivados das necessidades de informação do processo.
- RAP 26 - Objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho dos processos e/ou subprocessos são definidos para apoiar os objetivos de negócio.

- RAP 27 - Medidas, bem como a frequência de realização de suas medições, são identificadas e definidas de acordo com os objetivos de medição do processo/subprocesso e os objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo.
- RAP 28 - Resultados das medições são coletados, analisados e comunicados para monitorar o atendimento dos objetivos quantitativos de qualidade e de desempenho do processo/subprocesso.
- RAP 29 - Resultados de medição são utilizados para caracterizar o desempenho do processo/subprocesso.

Já o atributo de processo AP 4.2 - O processo é controlado é descrito em termos dos seguintes resultados esperados:

- RAP 30 - Técnicas de análise e de controle de desempenho são identificadas e aplicadas quando necessário.
- RAP 31 - Limites de controle de variação são estabelecidos para o desempenho normal do processo.
- RAP 32 - Dados de medição são analisados com relação a causas especiais de variação.
- RAP 33 - Ações corretivas são realizadas para tratar causas especiais de variação.
- RAP 34 - Limites de controle são redefinidos, quando necessário, seguindo as ações corretivas.
- RAP 35 - Modelos de desempenho do processo são estabelecidos e mantidos.

A literatura apresenta alguns trabalhos relacionados ao controle estatístico de processos. BARCELLOS (2009) apresenta uma estratégia para auxiliar as organizações de software na obtenção e manutenção de bases de medidas adequadas ao controle estatístico de processos, bem como na realização de medições apropriadas a esse contexto. BOFFOLI *et al.* (2008) apresentam lições aprendidas com experiências de aplicação do controle estatístico de processos na indústria e descrevem diretrizes para orientar o uso adequado deste controle. AKINGBEHIN (2008) propõe uma abordagem quantitativa para melhoria contínua de processos de software baseada em *baselines* de desempenho dos processos. CAMPOS *et al.*, (2007) apresentam um conjunto de orientações para a implementação da gerência quantitativa no processo de

desenvolvimento de requisitos. CERDEIRAL *et al.*, (2007) descrevem como aplicar o controle estatístico de processos e a gerência quantitativa dos projetos através da definição de passos e técnicas a serem utilizadas, exemplificando com o processo de monitoração e controle de projetos.

Outra proposta para o controle estatístico de processos é apresentada por WANG *et al.*, (2006) que descreve o BSR (*Baseline-Statistic-Refinement*), uma abordagem que provê métodos e passos para estabelecer e refinar *baselines* de desempenho baseando-se em técnicas estatísticas. A abordagem é composta por seis passos: (i) identificar os objetivos quantitativos dos processos; (ii) coletar dados; (iii) analisar dados; (iv) realizar análise das causas de instabilidade do processo; (v) estabelecer *baseline* de desempenho do processo; e, (vi) refinar *baseline* de desempenho do processo. TARHAN e DEMIRORS (2006) apresentam uma abordagem baseada em gráficos de controle para avaliação da adequação de processos e medidas de software para iniciar a implementação do controle estatístico de processos.

Percebe-se que o controle estatístico dos processos depende diretamente de dados e medidas relacionados aos produtos e processos de software. Por isso, a medição de software se mostra essencial para o controle estatístico dos processos de software. Neste contexto, a seção a seguir apresenta os principais conceitos relacionados à medição de produtos e processos de software e algumas abordagens existentes.

### **2.5.1 Medição de Software**

Medições têm um papel fundamental nas abordagens de melhoria, pois apóiam a gerência dos processos e a identificação de oportunidades de melhorias e para isso as organizações de software dependem de dados relacionados ao software que permitam compreender o seu desempenho. Por isso, a medição de software é uma infra-estrutura essencial, sendo utilizada para coletar dados quantitativos e qualitativos necessários para compreender, gerenciar e melhorar os processos e produtos de software (FLORAC e CARLETON, 1999; ROMBACH, 1991).

Atualmente, a medição de software é um tema muito relevante na Engenharia de Software. Enquanto, no passado, muitas organizações de software não reconheciam a importância da medição e a tratava apenas como ‘mais uma coisa a ser feita’, hoje, ela é considerada uma prática básica da Engenharia de Software (WEBER e LAYMAN, 2002). Essa importância se torna bem evidente com a inclusão da medição nos níveis iniciais de modelos de maturidade como os modelos CMMI-DEV e MR-MPS.

Uma abordagem para medição de software bastante conhecida é o *Goal Question Metric* – GQM (BASILI *et al.*, 1994). Essa abordagem se baseia na hipótese de que para uma organização medir de forma objetiva deve identificar, explicitar e especificar precisamente os objetivos de medição. É importante relacionar esses objetivos aos dados necessários, para defini-los operacionalmente; e também fornecer um *framework* para análise e interpretação dos dados com respeito aos objetivos definidos.

Em um programa de medição baseado em GQM os objetivos são definidos de modo que sejam operacionalmente tratáveis, por meio do refinamento para um conjunto de questões quantificáveis que são utilizadas para extrair a informação apropriada dos modelos, representando as dimensões dos objetivos. As métricas são derivadas com base nas questões, formalizando o processo e levando à escolha e/ou definição de métricas relevantes. Esse refinamento é documentado minuciosamente em um plano GQM, registrando todo o raciocínio utilizado na escolha das métricas. Os dados coletados são interpretados no contexto dos objetivos e questões definidos, considerando as limitações e suposições relativas a cada métrica (SOLINGEN e BERGHOUT, 1999). No entanto, o GQM não promove explicitamente o alinhamento da medição aos objetivos estratégicos da organização nem se preocupa em favorecer a definição de métricas balanceadas que permitam uma medição da organização sob diferentes aspectos tais como financeiro, clientes, dentre outros.

Uma variação do GQM é o *Goal-Question-(Indicator)-Measure* - GQ(I)M (PARK *et al.*, 1996), um método de medição que orienta desde a identificação dos objetivos de medição a partir dos objetivos de negócio até a definição de indicadores e medidas. O GQ(I)M descreve um processo de medição orientada por objetivos composto dos seguintes passos:

1. Identificar os objetivos de negócio: identificar e priorizar os objetivos de negócio da organização.
2. Identificar o que é preciso conhecer ou aprender: a partir dos objetivos de negócio definidos, identificar o que é preciso conhecer para entender, avaliar, prever ou melhorar as atividades relacionadas ao alcance dos objetivos.
3. Identificar os sub-objetivos: traduzir os objetivos de alto nível em sub-objetivos relacionados especificamente às atividades a serem gerenciadas ou executadas.

4. Identificar entidades e atributos relacionados aos sub-objetivos: usar os sub-objetivos, problemas e questões para identificar entidades e atributos específicos necessários à medição.
5. Formalizar os objetivos de medição: traduzir os problemas em objetivos de medição claramente enunciados.
6. Identificar questões quantificáveis e indicadores: usando o GQM, identificar questões quantificáveis e indicadores relacionados que serão usados para apoiar o alcance dos objetivos de medição.
7. Identificar elementos de dados: identificar os elementos de dados que serão coletados para compor os indicadores que responderão as questões.
8. Definir medidas: definir as medidas que serão usadas através de uma definição operacional, isto é, uma definição que descreva detalhadamente como os dados serão coletados.
9. Identificar as ações necessárias para implementar as medidas: analisar informações sobre a situação atual das medidas e identificar ações necessárias para implementá-las.
10. Preparar um plano: preparar um plano efetivo para implementar as ações identificadas.

Apesar de reforçar o alinhamento entre a medição e os objetivos de negócio da organização, o GQ(I)M não trata a definição de medidas balanceadas considerando várias perspectivas de medição e análise. No entanto, GOETHERT e FISHER (2003) propõem o uso integrado das abordagens BSC e GQIM para desenvolver medidas e indicadores para medir o desempenho de uma organização de forma balanceada. A abordagem é composta dos seguintes passos: (i) Obter e esclarecer a missão e visão da organização; (ii) Derivar objetivos estratégicos e sub-objetivos usando o GQ(I)M; (iii) Mapear os sub-objetivos no BSC; e (iv) Aplicar o GQ(I)M.

Também com a preocupação de alinhar a medição de software ao negócio da organização, BASILI *et al.* (2007) propõem a abordagem GQM<sup>+</sup> *Strategies*. A abordagem propõe um relacionamento entre os objetivos de medição de software e os objetivos de negócio da organização através de objetivos de software, isto é, objetivos específicos de software que possam contribuir para o alcance dos objetivos de negócio e guiar a definição de objetivos de medição mantendo o alinhamento aos objetivos de negócio. Essa abordagem é composta dos seguintes passos: (i) Selecionar objetivos de

negócio corretos; (ii) Selecionar o conjunto correto de estratégias; (iii) Selecionar objetivos de software corretos; (iv) Selecionar cenários corretos; (v) Selecionar objetivos de medição corretos; e (vi) Derivar questões e métricas usando o GQM.

Outra abordagem de apoio à medição de software é o *Practical Software Measurement* – PSM (McGARRY *et al.*, 2002) que apresenta um modelo de informação para medição e um modelo de processo de medição. O modelo de informação para medição define uma terminologia padrão e uma relação entre os conceitos de medição na organização, sendo responsável por associar as informações necessárias para atingir os objetivos técnicos e de negócio definidos com os atributos que devem ser medidos para fornecê-las. Este modelo possui cinco componentes básicos: informações necessárias, conceito mensurável, construtor de medição, procedimento de medição e plano de medição. O modelo de processo de medição proposto pelo PSM inclui quatro atividades principais: (i) Planejar a medição; (ii) Realizar a Medição; (iii) Avaliar a Medição; e (iv) Estabelecer e Manter Comprometimento com a Medição.

Dada a importância da medição de software, ela também é tratada em algumas normas e modelos de maturidade. A norma internacional ISO/IEC (2002) define um processo de medição que é descrito como um modelo que identifica as atividades do processo de medição que são requeridas para especificar adequadamente quais informações de medição são necessárias, como as medidas e os resultados das análises serão aplicados e como determinar se os resultados das análises são válidos. O processo consiste de quatro atividades que executadas em um ciclo iterativo, permitindo um *feedback* e melhoria contínua do processo. 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. Esta norma também fornece definições para termos de medição que são comumente utilizados na indústria de software.

No CMMI-DEV a medição é tratada como uma área de processo que tem como propósito desenvolver e manter uma capacidade de medição a ser usada para apoiar as necessidades de informação da gerência. As práticas de medição e análise descritas neste modelo são: (i) Estabelecer objetivos de medição; (ii) Especificar as medidas, a coleta de dados, os procedimentos de armazenagem e os procedimentos de análise; (iii) Coletar e analisar os dados de medição; (iv) Armazenar dados e resultados; e (v) Comunicar os resultados da medição.

O MR-MPS define um processo de medição cujo propósito é coletar, 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. Os seguintes resultados são esperados com a implementação desse processo:

- MED 1 - Objetivos de medição são estabelecidos e mantidos a partir dos objetivos de negócio da organização e das necessidades de informação de processos técnicos e gerenciais.
- MED 2 - Um conjunto adequado de medidas, orientado pelos objetivos de medição, é identificado e definido, priorizado, documentado, revisado e, quando pertinente, atualizado.
- MED 3 - Os procedimentos para a coleta e o armazenamento de medidas são especificados.
- MED 4 - Os procedimentos para a análise das medidas são especificados.
- MED 5 - Os dados requeridos são coletados e analisados.
- MED 6 - Os dados e os resultados das análises são armazenados.
- MED 7 - Os dados e os resultados das análises são comunicados aos interessados e são utilizados para apoiar decisões.

## **2.6 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou uma revisão da literatura sobre o planejamento estratégico, o planejamento tático e o planejamento operacional em organizações que desenvolvem produtos de software, usando inclusive o controle estatístico de processos.

Foram apresentados os principais conceitos envolvidos com o tema e as razões pelas quais o planejamento nos três níveis e o uso do controle estatístico de processos são necessários. Foi apresentado, também, como o controle estatístico de processos é abordado por diferentes modelos de maturidade e a importância da medição de software para o controle estatístico dos processos.

No próximo capítulo, apresentamos uma revisão da literatura sobre abordagens para monitoração e recomendação de ações.

## **CAPÍTULO 3 – Abordagens para Monitoração e Recomendação de Ações**

### **3.1 Introdução**

Conforme apresentado no capítulo anterior, a definição de objetivos nos níveis estratégico, tático e operacional é importante para orientar a implementação de melhorias na organização. No entanto, além de definir esses objetivos, é importante acompanhá-los continuamente para verificar se estão sendo atingidos ou ainda detectar previamente situações que ameacem o alcance desses objetivos. Um desvio pode implicar no impedimento de alcance dos objetivos e essa situação exige o entendimento das razões de variação e a aplicação de ações corretivas e preventivas, se necessário (JALOTE, 2002). Nesse contexto, a organização precisa tomar ações que a levem ao alcance de seus objetivos (McBRIDE, 2008).

No entanto, analisar desvios e determinar quais ações tendem a ser mais adequadas pode ser difícil (BARRETO e ROCHA, 2010a). Relembrar o que não funcionou no passado e identificar problemas similares que possam sugerir como resolver problemas futuros parece simples, porém, essa não é, de maneira alguma, uma tarefa fácil (VIRKKI-HATAKKA e RENIERS, 2009). Diante dessa dificuldade, sistemas de recomendação têm sido desenvolvidos para auxiliar na busca por informações e apoiar a tomada de decisões em situações onde falta experiência ou não é possível, sem auxílio tecnológico, considerar todas as informações disponíveis (ROBILLARD *et al.*, 2010). Assim, sistemas de recomendação específicos para a engenharia de software estão surgindo para apoiar as mais diversas atividades (ROBILLARD *et al.*, 2010).

Recomendações podem ser baseadas em conhecimento adquirido com experiências anteriores, uma vez que a utilização desse conhecimento trata, explicitamente, o risco relacionado à repetição de erros e ao retrabalho (RUS e LINDVALL, 2002). Uma das abordagens para apoiar a captura, organização e armazenamento de experiências anteriores e o aprendizado sobre como resolver novos problemas a partir de soluções passadas é o Raciocínio Baseado em Casos - RBC (LIU e YU, 2009). O RBC, que propõe a solução de um dado problema com base no conhecimento adquirido com a

solução de problemas anteriores similares ao problema atual, tem sido amplamente utilizado para apoiar a resolução de problemas (LIU e KE, 2007).

Neste contexto, este capítulo faz uma revisão da literatura sobre monitoração e sistemas de recomendação, incluindo uma revisão sobre raciocínio baseado em casos e trabalhos relacionados a esses temas. Uma revisão sobre avaliação de sistemas de recomendação também é descrita. Sua estrutura contém seis seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 são apresentados os conceitos fundamentais e os trabalhos relacionados a monitoração. A seção 3 descreve uma revisão sobre raciocínio baseado em casos e discute a análise de similaridade, assunto relevante nesse contexto. Na seção 4 são apresentados os conceitos fundamentais e os trabalhos relacionados aos sistemas de recomendação. A seção 5 discute a avaliação de sistemas de recomendação e apresenta os resultados de dois estudos baseados em revisão sistemática da literatura executados para identificar medidas para avaliação de sistemas de recomendação e resultados de avaliação de sistemas de recomendação. Por fim, a seção 6 apresenta as considerações finais do capítulo.

### **3.2 Abordagens para Monitoração**

Monitorar o progresso dos projetos de software é uma função crucial para o gerenciamento de projetos. Mesmo organizações ainda imaturas precisam monitorar e controlar seus projetos e processos de software através de medidas e tomar ações corretivas quando necessário. Em organizações de maior maturidade, essa monitoração precisa evoluir de modo a controlar estatisticamente os objetivos do projeto e auxiliar a seleção das ações corretivas mais adequadas (RAFFO e WAKELAND, 2007; SEI, 2010). No entanto, a monitoração de processos efetiva pode se tornar difícil uma vez que envolve acompanhar muitas variáveis de processo através de medidas, analisar a situação atual, detectar problemas e tomar ações apropriadas para controlar os processos (URAIKUL *et al.*, 2007).

McBRIDE (2008) apresenta os resultados de uma investigação sobre os mecanismos usados para monitorar projetos de software. Essa investigação indicou que um sistema de monitoração capaz de alertar antecipadamente quaisquer desvios ou mesmo ameaças de desvio parece ser uma boa forma de monitorar o projeto e reagir rapidamente, quando necessário. Com o objetivo de apoiar a monitoração, URAIKUL *et al.* (2005) propõem um *framework* conceitual para desenvolver um sistema integrado para

monitoração e controle de processos industriais. CIMPAN e OQUENDO (2000) apresentam um ambiente para monitoração de atividades de processo usando lógica fuzzy composto de três fases: (i) definição: identificação das métricas de monitoração e modelagem do comportamento esperado, incluindo modelagem de situações de desvio e configuração de alarmes; (ii) instanciação: instanciação do modelo para um processo ou projeto através de relações entre as métricas do modelo e os atributos do processo ou projeto a ser monitorado; (iii) execução: execução e medição do processo ou projeto usando lógica fuzzy, com detecção de desvios e notificação de alarmes, se necessário, conforme modelado na fase de definição.

Com descrito anteriormente, a monitoração dos projetos e processos de software é baseada em medidas. Assim, para que a monitoração seja contínua é necessário um acompanhamento constante dessas medidas. Neste contexto, o uso de agentes é uma das formas de se promover esta monitoração contínua. Um agente é algo que é capaz de perceber seu ambiente através de sensores e agir (RUSSELL e NORVIG, 2003). Para WOOLDRIDGE (1999), um agente é um sistema de computador que está situado em algum ambiente e que é capaz de executar ações autônomas de forma flexível neste ambiente, a fim de satisfazer seus objetivos. Segundo MURTA (2002), um agente é uma entidade que capta informações do ambiente em que está inserido, processa essas informações levando em conta informações próprias, planos e objetivos, e responde ao ambiente. Um agente inteligente ou um sistema multi-agentes precisa ter as seguintes características básicas: (i) Ter um *papel* a desempenhar; (ii) Ter *objetivos* a alcançar; (iii) Perceber seu ambiente *periodicamente* e de forma *pró-ativa reagindo* às mudanças em seu ambiente. Além dessas características básicas, um agente inteligente pode ter as seguintes características avançadas: (iv) *Raciocinar* sobre mudanças no ambiente usando uma *base de conhecimento* e *reagir*; (v) *Colaborar* com outros agentes para alcançar seus objetivos; (vi) *Concorrer* com outros agentes para alcançar seus objetivos; e, (vii) Ter *mobilidade* para se locomover em seu ambiente quando necessário para alcançar seus objetivos (SETHURAMAN *et al.*, 2008).

Apesar de os agentes já serem usados para auxiliar a engenharia de software há anos, recentemente o tema tem ganhado mais atenção e a esse tipo de pesquisa tem sido dado o nome de Engenharia de Software Orientada a Agentes (*Agent-Oriented Software Engineering – AOSE*). O propósito principal da Engenharia de Software Orientada a Agentes é criar métodos e ferramentas que possibilitem o desenvolvimento e manutenção de software baseado em agentes com baixo custo (TVEIT, 2001).

JENNINGS E WOOLDRIDGE (2001) apresentam uma reflexão sobre a engenharia de software orientada a agentes descrevendo o ciclo de vida de um software orientado a agentes. MURTA (2002) descreve uma arquitetura extensível para máquina de processo, baseada em agentes inteligentes, que permite modelar, simular, executar e acompanhar processos de desenvolvimento de software no contexto de um ambiente de desenvolvimento de software. Neste trabalho, para a construção dos agentes inteligentes, foi proposto um *framework* composto de bases de conhecimento, agentes e um disparador.

A literatura apresenta algumas metodologias de apoio à modelagem e desenvolvimento de sistemas baseados em agentes que não serão detalhadas neste trabalho, porém podem ser consultadas em PARANDOOSH (2007), FATEMI *et al.* (2006) e TVEIT (2001).

SETHURAMAN *et al.* (2008) argumentam que os agentes podem auxiliar em muitas atividades de gerência de projetos e exemplifica através da aplicação de agentes na gerência de revisão da qualidade nos projetos. BARNES e HAMMELL (2009) propõem um sistema baseado em agentes para auxiliar na análise da situação atual de projetos de tecnologia da informação. HUANG *et al.* (2006) propõem um sistema baseado em agentes para monitoração e análise do desempenho do negócio da organização. O sistema contém um repositório de medidas, agentes de agregação das medidas e agentes de conhecimento que auxiliam a determinar resultados possíveis a partir de um conjunto de medidas. LEE *et al.* (2006) apresentam um sistema baseado em agentes que apóia a avaliação do progresso do projeto e provê informações para avaliação do desempenho de cada membro da equipe do projeto. HUANG e FAR (2006) apresentam um Sistema de Medição de Software Inteligente (*Intelligent Software Measurement System - ISMS*) baseado em agentes que tem por objetivo gerar um plano de medição de software usando a abordagem GQ(IM) (PARK *et al.*, 1996). Em BOETTCHER (2006) é apresentada uma proposta de uso de agentes na engenharia de requisitos. Uma abordagem baseada em agentes para monitoração do desempenho de processos de negócio é apresentada em THOMAS *et al.* (2005). SEYYEDI *et al.* (2005) propõem um sistema de auxílio à medição da maturidade e qualidade de processos de software, baseado em agentes que usam lógica fuzzy.

Além de monitorar os projetos, é preciso tomar ações adequadas para tratar os problemas encontrados. Essas ações podem ser executadas com base em experiências anteriores. O aprendizado baseado no passado traz segurança, reduz os riscos e oferece

muitos outros benefícios, pois ajuda as organizações a evitarem erros que ocorreram em situações semelhantes no passado (TINNIRELLO, 2001). Neste contexto, a seção a seguir apresenta uma revisão da literatura sobre Raciocínio Baseado em Casos, uma abordagem amplamente utilizada para o registro de problemas ocorridos e a recuperação de problemas semelhantes de modo a apoiar a resolução de novos problemas.

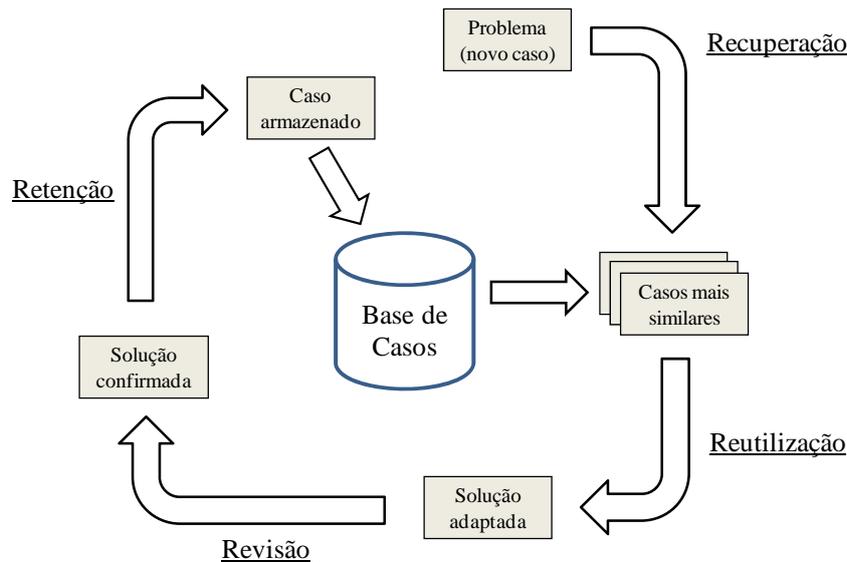
### **3.3 Raciocínio Baseado em Casos**

A engenharia de software é uma área que requer muito conhecimento e o gerenciamento efetivo desse conhecimento tem sido visto como um fator crítico para a sobrevivência das organizações de software (BJØRNSON e DINGSØYR, 2008; RICHARDSON *et al.*, 2009). Assim, modelar o conhecimento associado a experiências vividas na organização se mostra bem relevante.

No entanto, para que seja possível aproveitar o conhecimento adquirido no passado, uma organização precisa ser capaz de aprender a partir de suas experiências e reconhecer quando um aprendizado anterior se mostra adequado ao cenário atual. Para que a transferência de conhecimento seja possível e viável, é necessário que as experiências adquiridas sejam catalogadas e armazenadas de modo que elas não sejam futuramente esquecidas ou perdidas (SOUZA, 2002).

Nesse contexto, o Raciocínio Baseado em Casos - RBC (*Case-Based Reasoning - CBR*) foi proposto por SCHANK (1982) com base na premissa de que uma solução ótima para um dado problema pode ser recuperada com base em experiências similares, reforçando a idéia de aprendizado com a experiência (KANG *et al.*, 2010). O RBC descreve um enfoque de aprendizado contínuo e incremental que utiliza o conhecimento de situações concretas acontecidas no passado - representadas como casos - para resolver novos problemas e aprender por meio da experiência adquirida (WANGENHEIM *et al.*, 1998). O principal objetivo da abordagem RBC é o desenvolvimento de um conjunto de experiências práticas e o fornecimento de um amplo suporte ao desenvolvimento de sistemas apoiado nesta base de conhecimento (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

O raciocínio contínuo proposto pelo RBC é descrito pelo “Ciclo de RBC”, um ciclo de quatro etapas principais: recuperação, reutilização, revisão e retenção. A Figura 3.1 apresenta esse ciclo.



**Figura 3.1 – Ciclo do RBC (adaptado de WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003)**

Algumas vantagens oferecidas pelo RBC, em relação a outras abordagens de gerência de conhecimento são: (i) trata somente dos problemas que realmente ocorreram; (ii) aborda casos mal-sucedidos, permitindo ao usuário evitar possíveis riscos; (iii) permite a exploração de domínios de conhecimento pouco explorados; (iv) promove maior colaboração com os usuários, uma vez que as soluções recomendadas são derivadas do raciocínio humano (SHEPPERD, 2002; WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

A literatura apresenta diversos trabalhos relacionados ao uso da abordagem RBC e de outras aplicações que de alguma forma fazem recomendações ao usuário. SANTOS e CORTÉS (2010) propõem uma abordagem baseada em RBC para reutilização de processos de software que apóia a definição, a adaptação e a melhoria do processo padrão da organização. Um ambiente baseado em RBC para apoiar a reutilização de conhecimento durante o planejamento e a execução de atividades de ensino e aprendizado é apresentado em (BOMFIM *et al.*, 2007). TONELLA *et al.* (2006) apresentam uma técnica de priorização de casos de teste baseada em conhecimento utilizando o RBC. Em KIRSOPP *et al.* (2002), é apresentado um sistema de raciocínio baseado em caso otimizado que é usado para estimar esforço de projetos de software. ALTHOFF *et al.* (1999) propõem o uso do RBC como apoio à melhoria de processos. Em SHEPPERD (2002) são descritas algumas aplicações do RBC na engenharia de software, mais especificamente na predição de esforço e defeitos em projetos de software e na reutilização de software.

Como citado anteriormente, ao utilizar o RBC, a recuperação de soluções para novos problemas depende diretamente da capacidade de identificar problemas similares ao problema atual. Por isso, a seção a seguir apresenta uma breve revisão sobre análise de similaridade no contexto de projetos de software.

### 3.3.1 Análise de Similaridade entre Projetos de Software

A análise de similaridade é claramente um fator crítico na aplicação do RBC (SMYTH, 2007). A eficácia do RBC depende essencialmente da escolha de um conceito de similaridade adequado para o domínio da aplicação e a estrutura dos casos usados (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003). Assim, pode-se afirmar que na aplicação do RBC, as seguintes premissas devem ser satisfeitas com relação à análise de similaridade (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003):

- A similaridade entre o problema atual e os casos anteriores implica em utilidade;
- A similaridade é baseada em fatos *a priori*; e,
- A similaridade precisa prover uma medida, uma vez que casos podem ser mais ou menos úteis em relação ao problema atual.

No contexto de monitoração de objetivos e projetos de software, a caracterização dos projetos é muito importante para determinar a similaridade. Características como duração do projeto, nível de experiência do gerente, grau de estabilidade dos requisitos, dentre outras, se mostram relevantes para a identificação de situações similares em organizações de software, como descrito em vários trabalhos na literatura. SANTOS e CORTÉS (2010) apresentam uma lista de características usadas para determinar a similaridade entre projetos de software e, com base nessa similaridade, identificar oportunidades de reutilizar os processos de software executados nos projetos. Essa lista inclui o modelo de ciclo de vida, a complexidade do projeto, o tamanho do projeto, o tamanho da equipe, a duração do projeto, o nível de conhecimento da equipe sobre Engenharia de Software, e o paradigma de desenvolvimento adotado no projeto.

Em LI *et al.* (2007) e PEISCHL *et al.* (2009) a caracterização de projetos é usada para apoiar métodos de estimativa de esforço para projetos de software. Algumas características consideradas nesses trabalhos foram o tipo de desenvolvimento (por exemplo: novo desenvolvimento, manutenção, customização), o modelo de ciclo de vida, o tamanho do projeto, a tecnologia utilizada e o domínio da aplicação. A

caracterização de projetos também tem sido usada para apoiar a gerência de riscos de projetos (FARIAS, 2002) e o planejamento de um novo projeto com base em projetos anteriores similares (YANG e WANG, 2008). Algumas características de projeto são usadas para apoiar a adaptação de processos para os projetos (BERGER, 2003; PREEZ *et al.*, 2008; KANG *et al.*, 2008). Em HONG *et al.* (2008) é apresentado um modelo para prever a distribuição dos defeitos ao longo do projeto, com base nas características do projeto. Em SOUZA (2008) a caracterização de projetos também é considerada na seleção de projetos para compor o portfólio de projetos de uma organização.

No RBC, normalmente as características usadas para determinar a similaridade entre os casos são denominadas índices. Assim, dados dois casos, é possível determinar o grau de similaridade entre os casos considerando cada característica ou índice específico. Essa similaridade entre dois casos para um determinado índice é considerada similaridade local. Após analisar a similaridade para cada índice específico, é necessário analisar a similaridade entre os dois casos considerando a similaridade local para todos os índices. Essa similaridade entre os dois casos considerando todos os índices é denominada similaridade global (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003).

Uma das formas de analisar a similaridade é através de uma medida. No contexto do RBC, uma das medidas de similaridade mais conhecidas é a *Nearest Neighbor (the NN technique)*, que mede a similaridade entre dois casos considerando a soma da similaridade entre cada característica (também denominada índice do caso) (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003; SMYTH, 2007). Para permitir a representação de níveis diferentes de importância para cada característica, um peso específico para cada característica pode ser considerado no cálculo dessa medida. Nesse caso, a medida *Nearest Neighbor* é denominada *Weighted Nearest Neighbor - WNN* (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003; SMYTH, 2007).

De forma geral, a análise de similaridade tem sido usada para apoiar os sistemas de recomendação na identificação de situações semelhantes que forneçam subsídios para recomendações mais adequadas. Nesse contexto, a seção a seguir apresenta uma revisão sobre sistemas de recomendação.

### 3.4 Sistemas de Recomendação

Atualmente os sistemas de recomendação são bastante populares tanto na indústria como na comunidade acadêmica (GUNAWARDANA e SHANI, 2009). Muitas pesquisas têm sido realizadas para desenvolver novas abordagens para sistemas de recomendação e o interesse nessa área ainda continua alto, pois essa é uma área de pesquisa muito rica (ADOMAVICIUS e TUZHILIN, 2005).

Sistemas de recomendação são aplicações de software que visam apoiar os usuários em situações de tomada de decisão, considerando um amplo conjunto de informações (ROBILLARD *et al.*, 2010). Esses sistemas procuram oferecer aos usuários recomendações de itens que eles vão gostar, com base em suas preferências anteriores e informações históricas (FOUSS E SAERENS, 2008). Assim, sistemas de recomendação geralmente possuem três etapas principais: (i) coletar informações importantes sobre os usuários e os itens; (ii) identificar padrões a partir dos dados históricos; e (iii) sugerir itens para os usuários (FOUSS e SAERENS, 2008).

Segundo ADOMAVICIUS e TUZHILIN (2005), os sistemas de recomendação podem ser classificados quanto à abordagem adotada para estimar a utilidade de um dado item e quanto às técnicas de recomendação usadas nessa estimativa. Com relação à abordagem, um sistema de recomendação normalmente pertence a uma das seguintes categorias (ADOMAVICIUS e TUZHILIN, 2005; GUNAWARDANA e SHANI, 2009):

- *Baseado em conteúdo*: a recomendação é baseada em itens semelhantes a outros itens que já satisfizeram o usuário anteriormente;
- *Colaborativo*: a recomendação é baseada em itens que satisfizeram outros usuários semelhantes, considerando as preferências e interesses do usuário atual; e,
- *Híbrido*: a recomendação é baseada em uma combinação das abordagens baseada em conteúdo e colaborativa.

De forma geral, pode-se dizer que a abordagem baseada em conteúdo se preocupa com a *similaridade entre os itens* (o conteúdo) enquanto a abordagem colaborativa se preocupa com a *similaridade entre os usuários*.

Com relação às técnicas de recomendação usadas, os sistemas de recomendação podem adotar técnicas baseadas em heurísticas (também conhecidas como baseadas em

memória) ou técnicas baseadas em modelos (ADOMAVICIUS e TUZHILIN, 2005). As técnicas baseadas em modelos são essencialmente heurísticas que estimam a utilidade baseadas em uma coleção de itens previamente avaliados pelos usuários. As técnicas baseadas em modelos usam modelos previamente elaborados para estimar a utilidade dos itens. A principal diferença entre esses dois tipos de técnicas é que as técnicas baseadas em modelos calculam a utilidade usando modelos previamente definidos com base em dados estatísticos ao invés de adotar regras heurísticas *ad hoc* (ADOMAVICIUS e TUZHILIN, 2005).

Um tipo particular de sistemas de recomendação baseados em conteúdo são os sistemas de recomendação baseados em casos onde cada item é modelado como um caso. Esses sistemas surgiram a partir do Raciocínio Baseado em Casos - RBC e têm sido usados em vários cenários relacionados à solução de problemas (SMYTH, 2007). Segundo RUS e LINDVALL (2002), sistemas baseados em casos capturam experiências dos projetos e provêm conhecimento sobre problemas ocorridos anteriormente.

Recentemente, sistemas de recomendação para apoiarem atividades específicas da engenharia de software têm sido desenvolvidos. Esses sistemas são chamados de Sistemas de Recomendação para Engenharia de Software - SRES (*Recommendation Systems for Software Engineering - RSSE*). Um SRES é uma aplicação de software que provê informações relevantes para uma atividade da engenharia de software em um dado contexto (ROBILLARD *et al.*, 2010).

A literatura descreve vários trabalhos relacionados aos sistemas de recomendação. THIES e ROTH (2010) propõem um sistema de recomendação para renomear variáveis de código Java visando reduzir inconsistências. PEISCHL *et al.* (2009) apresentam um sistema de recomendação para estimativas de esforço em projetos de software. TRINDADE (2009) apresenta a ferramenta Presley, um sistema de recomendação para identificar e recomendar os especialistas existentes em um projeto àquelas pessoas que buscam por ajuda durante a atividade de codificação, considerando informações contidas nos registros de comunicação dos desenvolvedores e no histórico de alterações dos códigos-fonte. VIRKKI-HATAKKA e RENIERS (2009) propõem a ferramenta Nextcase para apoiar o desenvolvimento de sistemas de recomendação baseados em casos. ROMERO-MARIONA *et al.* (2008) apresentam um sistema que recomenda a abordagem mais adequada para especificar requisitos de segurança, a partir de características desejáveis informadas pelo usuário.

HAPPEL e MAALEJ (2008) apresentam uma revisão sobre sistemas de recomendação para o desenvolvimento de software discutindo possíveis melhorias e direções para pesquisas futuras sobre esses sistemas. YANG e WANG (2008) apresentam uma abordagem para um sistema de recomendação para planejamento de projetos baseada em RBC e técnicas de mineração de dados. LIU e KE (2007) propõem um sistema de recomendação baseado em mineração de dados para apoiar a solução de problemas na indústria de manufatura. BARBOSA *et al.* (2007) apresentam o sistema de recomendação MISIR, desenvolvido para apoiar a troca de conhecimento entre pesquisadores e estudantes no contexto de centros de pesquisa. ROCHA (2003) apresenta o sistema de recomendação RecDoc, desenvolvido para uma biblioteca digital virtual na Web, capaz de indicar documentos baseados na própria experiência do usuário, na similaridade entre documentos e na colaboração entre usuários.

Segundo ROBILLARD *et al.* (2010), atualmente a maioria dos sistemas de recomendação para engenharia de software está relacionada a artefatos usados ao longo do desenvolvimento de software, mais especificamente código-fonte. No entanto, sistemas de recomendação poderiam tratar outros aspectos do desenvolvimento de software, incluindo atividades de monitoração de projetos.

Uma das características mais importantes dos sistemas de recomendação é a capacidade de fazer sugestões realmente interessantes e confiáveis. No entanto, a avaliação de sistemas de recomendação é uma tarefa difícil por diversas razões (HERLOCKER *et al.*, 2004). Nesse contexto, a seção a seguir apresenta uma revisão da literatura sobre avaliação de sistemas de recomendação.

Conforme descrito nessa seção e nas seções anteriores, existem vários trabalhos relacionados a abordagens de monitoração, aprendizado e recomendação descritos na literatura. No entanto, é possível perceber que ainda existem questões a serem respondidas em relação a esses temas tais como: a monitoração contínua nos níveis estratégico, tático e operacional no contexto de software e a execução de ações adequadas para tratar desvios em projetos de software. Algumas questões estão relacionadas a um ambiente para a monitoração de objetivos de software com detecção de desvios e notificação de alertas, de modo a permitir a monitoração nos níveis dos projetos, tático e estratégico de forma integrada. Outras questões a serem respondidas são aquelas que dizem respeito a como armazenar o conhecimento adquirido a partir da execução de ações para tratar desvios, como identificar ações adequadas a determinados cenários e recomendá-las durante a monitoração dos objetivos.

### 3.5 Avaliação de Sistemas de Recomendação

Avaliar um sistema de recomendação consiste, basicamente, em avaliar a capacidade desse sistema em sugerir itens úteis e interessantes para o usuário (OLMO e GAUDIOSO, 2008). No entanto, a avaliação de sistemas de recomendação não é uma tarefa fácil, pois envolve definir objetivos adequados para a avaliação, modelar corretamente as preferências do usuário e considerar diferentes conjuntos de dados que podem influenciar o desempenho do sistema avaliado (HERLOCKER *et al.*, 2004; RUFFO e SCHIFANELLA, 2007; FOUSS e SAERENS, 2008).

Sistemas de recomendação podem ser avaliados através de experimentos *on-line*, que medem o desempenho real do sistema ou *off-line* que avaliam o desempenho do sistema a partir de uma simulação do ambiente real. Apesar de os experimentos *on-line* serem mais realistas, de forma geral, eles são muito caros. Além disso, idealmente os sistemas devem ser avaliados antes de serem utilizados no ambiente real. Por isso, a avaliação do desempenho de um sistema de recomendação em experimentos *off-line* é importante (GUNAWARDANA e SHANI, 2009).

Independentemente do ambiente de avaliação do sistema de recomendação, o desempenho do sistema deve ser caracterizado por medidas. Várias medidas têm sido usadas para avaliar sistemas de recomendação. Considerando que bons sistemas de recomendação sugerem itens que são adequados de acordo com as preferências dos usuários, as primeiras avaliações desses sistemas têm focado em medidas relacionadas à acurácia (MURAKAMI *et al.*, 2008; CIORDAS e DOUMEN, 2010). No entanto, selecionar medidas apropriadas para avaliar um sistema de recomendação é um desafio, pois existem várias medidas publicadas na literatura, incluindo relatos de uso dessas medidas para avaliação de sistemas de recomendação, o que dificulta a comparação dos resultados dessas avaliações. Assim, pesquisadores que desejam avaliar quantitativamente um sistema de recomendação precisam, primeiramente, selecionar as medidas a serem usadas na comparação dos resultados (OLMO e GAUDIOSO, 2008).

Nesse contexto, ao longo deste trabalho, dois estudos baseados em revisão sistemática da literatura foram executados com o intuito de identificar medidas para avaliação de sistemas de recomendação e obter resultados de avaliação de sistemas de recomendação. As seções a seguir apresentam os resultados desses estudos.

### **3.5.1 Estudo Baseado em Revisão Sistemática da Literatura sobre Medidas para Avaliação de Sistemas de Recomendação**

Conforme apresentado nas seções anteriores, a literatura apresenta várias abordagens para a avaliação de sistemas de recomendação, descrevendo algumas medidas específicas para caracterização do desempenho do sistema. Assim, este estudo baseado em revisão sistemática buscou identificar medidas que caracterizam o desempenho de sistemas de recomendação, utilizadas em abordagens para avaliação de sistemas de recomendação.

A realização desse estudo foi orientada pelo processo de apoio à condução de estudos baseados em revisão sistemática descrito em (MONTONI, 2007). Esse processo é composto pelas seguintes atividades:

- (i) Desenvolver o protocolo: nesta atividade o pesquisador realiza uma prospecção sobre o tema de interesse, define um protocolo de pesquisa para guiar a condução do estudo, testa e avalia o protocolo. O protocolo é testado para verificar a viabilidade de sua execução, bem como para identificar os ajustes necessários. O protocolo de pesquisa definido neste estudo, bem como os testes e a avaliação desse protocolo estão detalhados no Apêndice I.
- (ii) Conduzir a pesquisa: nesta atividade, o estudo é conduzido com base no protocolo e os resultados da pesquisa são avaliados. Esta atividade envolve, também, a realização de análises quantitativas e qualitativas com base nos dados coletados. Os resultados detalhados da execução desse estudo estão descritos no Apêndice I.
- (iii) Relatar resultados: esta atividade envolve o empacotamento e a publicação dos resultados em alguma conferência, revista ou biblioteca de trabalhos científicos. Os resultados desse estudo estão sendo publicados neste texto.

O principal resultado da realização desse estudo baseado em revisão sistemática foi a lista de medidas utilizadas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação, apresentada na Tabela 3.1.

Segundo OLMO e GAUDIOSO (2008), desde os primeiros sistemas de recomendação, a maioria dos resultados de avaliações publicados está focada em medir o quanto uma recomendação realmente reflete as preferências do usuário e, por isso, as avaliações desses sistemas têm focado primeiramente em medidas relacionadas à

acurácia. Os resultados desse estudo vão ao encontro dessa constatação, uma vez que as medidas mais citadas nas publicações são as medidas de acurácia.

De acordo com HERLOCKER *et al.* (2004), as medidas de acurácia podem ser classificadas como:

- Medidas para *Predição*: medem a capacidade do sistema em prever a utilidade de uma recomendação;
- Medidas para *Classificação*: medem a capacidade do sistema em classificar corretamente os itens como adequados ou não adequados; e,
- Medidas para *Ordenação*: medem a capacidade do sistema em ordenar itens adequados conforme ordenação do usuário.

Assim, a lista de medidas resultante desse estudo foi organizada de modo a identificar se a medida está relacionada à acurácia ou a outro atributo. Além disso, para as medidas de acurácia, a classificação da medida conforme a definição acima também foi identificada. A Tabela 3.1 apresenta essa lista incluindo o percentual de publicações que descrevem cada medida listada.

**Tabela 3.1 – Lista de medidas usadas para avaliar sistemas de recomendação identificadas no primeiro estudo baseado em revisão sistemática da literatura**

<b>Id</b>	<b>Medida</b>	<b>Medida de Acurácia</b>	<b>Classificação de Medida de Acurácia</b>	<b>%</b>
M1	Cobertura <sup>1</sup> ( <i>Recall</i> )	Sim	Classificação	72,73
M2	Precisão	Sim	Classificação	54,55
M3	Medida F1	Sim	Classificação	45,45
M4	<i>Receiver Operating Characteristic Curve</i>	Sim	Classificação	36,36
M5	Acurácia	Sim	Classificação	27,27
M6	Desempenho	Sim	Classificação	9,09
M7	Taxa de falso-positivo	Sim	Classificação	9,09
M8	<i>Customer Receiver Operating Characteristic Curve</i>	Sim	Classificação	9,09
M9	<i>Pearson correlation</i>	Sim	Ordenação	9,09
M10	<i>Spearman's</i>	Sim	Ordenação	9,09
M11	<i>Kendall's Tau</i>	Sim	Ordenação	9,09
M12	<i>Half-life Utility</i>	Sim	Ordenação	9,09
M13	<i>Normalized Distance-based Performance Measure</i>	Sim	Ordenação	9,09
M14	<i>Mean Absolute Error</i>	Sim	Predição	45,45
M15	<i>Mean Squared Error</i>	Sim	Predição	9,09
M16	<i>Root Mean Squared Error</i>	Sim	Predição	9,09

<sup>1</sup> Em alguns trabalhos, o termo *Recall* é traduzido como Revocação e o termo Cobertura é usado como tradução para o termo *Coverage*.

Id	Medida	Medida de Acurácia	Classificação de Medida de Acurácia	%
M17	<i>Coverage</i>	Não	Não se aplica	18,18
M18	Capacidade de inovação	Não	Não se aplica	18,18
M19	Robustez	Não	Não se aplica	9,09
M20	Tempo de execução	Não	Não se aplica	9,09
M21	<i>Recommendation Gain</i>	Não	Não se aplica	9,09
M22	<i>Averaged Recommendation Gain</i>	Não	Não se aplica	9,09
M23	<i>Normalized Averaged Recommendation Gain</i>	Não	Não se aplica	9,09

Considerando os resultados desse estudo, pode-se concluir que as medidas mais usadas são as medidas de acurácia. Em avaliações cujo principal objetivo é avaliar se os itens recomendados são adequados ou não, as medidas mais usadas são Precisão, Cobertura e F1. Quando o foco da avaliação é analisar o quanto o sistema é capaz de prever a utilidade de um dado item, a medida mais usada é *Mean Absolute Error*. A partir desses resultados, um segundo estudo baseado em revisão sistemática da literatura foi realizado com o objetivo de identificar resultados de avaliações de sistemas de recomendação que utilizaram essas medidas, conforme apresentado na seção a seguir.

### 3.5.2 Estudo Baseado em Revisão Sistemática da Literatura sobre Resultados de Avaliação de Sistemas de Recomendação

O objetivo do segundo estudo baseado em revisão sistemática da literatura foi identificar resultados de avaliações de sistemas de recomendação que utilizaram as medidas de acurácia, mais especificamente as medidas Precisão, Cobertura e F1. Essas medidas foram selecionadas por serem as mais usadas em avaliações cujo principal objetivo é avaliar se os itens recomendados são adequados ou não, foco deste trabalho.

A Precisão é definida como a taxa de itens adequados recomendados em relação ao total de itens recomendados enquanto a Cobertura apresenta a taxa de itens adequados recomendados em relação ao total de itens adequados. A Precisão indica a probabilidade de um item recomendado ser adequado e a Cobertura indica a probabilidade de um item adequado ser recomendado. Segundo HERLOCKER *et al.* (2004), pelo fato de essas duas medidas serem conflitantes entre si, frequentemente uma terceira medida é analisada em conjunto com a Precisão e a Cobertura: a medida F1, que é definida como uma média harmônica das medidas Precisão e Cobertura. As fórmulas de cálculo dessas medidas são apresentadas a seguir.

$$\text{Precisão} = \frac{Nra}{Nr} \quad (\text{i}) \quad \text{Cobertura} = \frac{Nra}{Na} \quad (\text{ii}) \quad \text{F1} = \frac{2 * \text{Precisão} * \text{Cobertura}}{\text{Precisão} + \text{Cobertura}} \quad (\text{iii})$$

Nas fórmulas (i) e (ii), *Nra* é o número de itens recomendados e adequados, *Na* é o número total de itens adequados (recomendados e não recomendados) e *Nr* é o número total de itens recomendados (adequados e não adequados).

Para a realização desse estudo foi adotado o mesmo processo de apoio à condução de estudos baseados em revisão sistemática usado no primeiro estudo e descrito na seção anterior. O protocolo de pesquisa definido neste segundo estudo, bem como os testes e a avaliação desse protocolo estão detalhados no Apêndice I. Os resultados detalhados da execução desse estudo também estão descritos no Apêndice I.

O principal resultado da realização desse estudo baseado em revisão sistemática foi a lista de avaliações realizadas e os valores obtidos em cada avaliação para as medidas Precisão, Cobertura e F1, conforme apresentado na Tabela 3.2. Para cada sistema avaliado também foi identificado o objetivo da recomendação. Além disso, algumas características do sistema foram listadas de modo a identificar as abordagens e técnicas implementadas no sistema de recomendação. Essas informações são importantes para caracterizar cada sistema de recomendação avaliado e descrever o contexto no qual as medidas foram coletadas.

A partir das avaliações identificadas pode-se observar que, visando obter um desempenho melhor, muitos sistemas de recomendação adotam a abordagem híbrida e combinam diversas técnicas para modelagem dos itens a serem recomendados e do domínio relacionado à recomendação. Alguns sistemas também utilizam vários algoritmos e técnicas para medir a similaridade entre os itens.

Para os sistemas analisados, nota-se que há uma variação grande entre os valores das medidas Precisão, Cobertura e F1. A Precisão mínima identificada foi 5,03% e a máxima foi 94,7%. A Precisão média considerando todas as avaliações identificadas foi 60,16%. Com relação à Cobertura, o valor mínimo identificado foi 25% e o máximo foi 88,3%. Na média, a Cobertura foi 61,12%. Para a medida F1, o valor mínimo foi 9,29% e o máximo foi 81,7%. A média da medida F1 foi 57,91%.

**Tabela 3.2 – Lista de avaliações e valores obtidos para as medidas Precisão, Cobertura e F1 identificados no segundo estudo baseado em revisão sistemática da literatura**

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
1	<i>A hybrid recommender system for finding relevant users in open source forums</i>	Recomendar usuários de um fórum capazes de responder mensagens ainda não respondidas.	Híbrida	<i>Vector space model, term frequency – inverse document frequency, cosine measure, k-nearest neighbor</i>	As medidas foram calculadas considerando sete cenários. Os valores aqui apresentados são a média desses cenários.	20,79	34,97	26,08	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo.
						5,03	60,71	9,29	Somente a abordagem Colaborativa.
2	<i>A system to recommend dishes by the real time recognition of dining activity</i>	Recomendar pratos adicionais para um usuário em um restaurante, baseado em seu comportamento durante o jantar.	Baseada em Conteúdo	Método específico baseado em estimativas de duração do jantar.	-	82,00	69,00	74,94	Medição considerando o primeiro protótipo implementado.
3	<i>Customizing knowledge-based recommender system by tracking analysis of user behavior</i>	Recomendar filmes com base nas preferências do usuário.	Baseada em Conteúdo	<i>Formal concept analysis model.</i>	-	66,30	51,60	58,03	-
4	<i>FOAF-based distributed desktop system for programs recommendation</i>	Recomendar programas de televisão recentes.	Híbrida	<i>Hidden markov model.</i>	-	54,00	56,00	54,98	-

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
5	<i>MyMuseum: Integrating personalized recommendation and multimedia for enriched human-system interaction</i>	Recomendar um roteiro para visitação de um museu, sugerindo as obras de arte a serem vistas e a seqüência de visitação.	Híbrida	<i>Naive bayes classifiers, k-nearest neighbors, árvores de decisão e redes neurais.</i>	O sistema foi avaliado considerando quatro abordagens:  (i) Baseada em Conteúdo; (ii) Baseada em Conteúdo com Contexto; (iii) Colaborativa; e (iv) Colaborativa com Contexto.	68,30	68,10	68,20	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .
						39,90	40,00	39,95	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com árvores de decisão.
						67,80	67,90	67,85	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com Contexto com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .
						39,50	39,60	39,55	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com Contexto com árvores de decisão.
					52,10	55,60	53,79	Somente a abordagem Colaborativa com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .	
					60,80	63,40	62,07	Somente a abordagem Colaborativa com técnica <i>k-nearest neighbors</i> .	
					50,90	37,90	43,45	Somente a abordagem Colaborativa com Contexto com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .	
					94,70	43,30	59,43	Somente a abordagem Colaborativa com Contexto com redes neurais.	

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
6	<i>Ontology-based news recommendation</i>	Recomendar notícias de interesse do usuário.	Baseada em Conteúdo	Ontologias e algoritmos baseados em semântica.	A definição de relevância de um item considerou um valor mínimo de similaridade. Porém, esse valor não está especificado.	93,00	62,00	74,40	-
7	<i>Personalized DTV program recommendation system under a cloud computing environment</i>	Recomendar programas e canais digitais de televisão.	Híbrida	<i>Cloud computing.</i>	-	40,00	85,00	54,40	-
8	<i>Recommendations in Twitter using conceptual fuzzy sets</i>	No Twitter, recomendar pessoas nas quais o usuário está interessado ( <i>Interest</i> ) e pessoas que o usuário deseja seguir ( <i>Follow</i> ).	Híbrida	<i>Conceptual fuzzy sets, term frequency - inverse document frequency, cosine measure.</i>	O sistema considera duas formas de busca:	58,30	88,30	70,23	Somente a recomendação de <i>Interest</i> usando a busca do Twitter.
					(i) funcionalidade de busca do Twitter; e	70,00	82,50	75,74	Somente a recomendação de <i>Follow</i> usando a busca do Twitter.
					(ii) busca pelos relacionamentos (procura os usuários seguidos por alguém que o usuário original está seguindo).	62,90	61,80	62,35	Somente a recomendação de <i>Interest</i> usando a busca pelos relacionamentos.
						77,70	86,30	81,77	Somente a recomendação de <i>Follow</i> usando a busca pelos relacionamentos.
9	<i>Recommending biomedical resources: A fuzzy linguistic approach based on semantic web</i>	Recomendar publicações recentes e mais interessantes considerando o domínio da Biomedicina.	Híbrida	<i>Semantic Web technologies, fuzzy linguistic modeling techniques</i>	-	49,00	71,01	57,99	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo.

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
10	<i>A Fuzzy Linguistic Recommender System to Disseminate the Own Academic Resources in Universities</i>	Recomendar publicações interessantes.	Híbrida	<i>Fuzzy linguistic modeling, vector space model, gaussian function.</i>	-	62,35	69,25	65,62	-
11	<i>A P2P Collaborative Bibliography Recommender System</i>	Recomendar publicações interessantes.	Híbrida	Raciocínio baseado em casos com medida específica de similaridade por palavra chave.	-	75,00	25,00	37,50	-
12	<i>A Personalized Paper Recommendation Approach Based on Web Paper Mining and Reviewer's Interest Modeling</i>	Recomendar artigos aos revisores mais adequados.	Baseada em Conteúdo	<i>Cosine measure.</i>	Na avaliação foram considerados 4 artigos. Os valores aqui apresentados são a média considerando os 4 artigos.	67,67	79,66	73,18	Medição considerando similaridade mínima de 60%.
						81,88	73,13	77,26	Medição considerando similaridade mínima de 80%.
13	<i>iTag: A personalized blog tagger</i>	Recomendar rótulos para blogs.	Baseada em Conteúdo	Árvores de decisão, técnicas de aprendizado de máquina e <i>term frequency - inverse document.</i>	-	64,00	56,00	59,73	-
14	<i>A Web-Based Service for the Elicitation of Resources in the Biomedical Domain</i>	<i>Mesmo sistema e mesma avaliação da publicação 9.</i>							
<b>Média:</b>						60,16	61,12	57,91	
<b>Desvio Padrão:</b>						20,66	17,25	17,34	

### **3.6 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentada uma revisão da literatura sobre abordagens para monitoração com execução de ações corretivas, incluindo uma revisão sobre raciocínio baseado em casos e trabalhos relacionados a esses temas. Uma revisão sobre sistemas de recomendação e abordagens para avaliação desses sistemas também foi descrita e alguns trabalhos relacionados a esse tema foram apresentados.

De forma complementar, os resultados de dois estudos baseados em revisão sistemática da literatura relacionados à avaliação de sistemas de recomendação foram discutidos.

No próximo capítulo descrevemos abordagem para definição e gerência de objetivos de software alinhados ao planejamento estratégico proposta por este trabalho e seus requisitos.

# **CAPÍTULO 4 – Abordagem para Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico**

## **4.1 Introdução**

A revisão da literatura apresentada nos capítulos anteriores descreve abordagens existentes para os planejamentos estratégico, tático e operacional, a definição de objetivos, a monitoração de software e a execução de ações corretivas. A partir desta revisão é possível perceber que ainda há questões em aberto relacionadas à: (i) definição de objetivos de software alinhados aos objetivos de negócio da organização; (ii) monitoração desses objetivos nos níveis estratégico, tático e operacional; e, (iii) execução de ações mais adequadas para tratar possíveis desvios, principalmente em organizações de software, tais como:

- Como traduzir o planejamento estratégico em planos táticos e operacionais relacionados ao desenvolvimento de produtos e processos de software, considerando o controle estatístico de processos?
- Como definir objetivos táticos relacionados ao software alinhados aos objetivos de negócio da organização?
- Como definir objetivos dos projetos alinhados aos objetivos táticos?
- Como monitorar continuamente os objetivos estratégicos, táticos e dos projetos? Como detectar desvios?
- Como determinar quais ações devem ser executadas para tratar cada desvio detectado?

Apesar de alguns trabalhos focarem em algumas das questões listadas acima, na maioria das vezes o foco é bem específico e isolado das demais questões, mostrando que ainda há muito espaço para pesquisa. Além disso, uma abordagem que trate de forma integrada as questões listadas anteriormente ainda não pôde ser encontrada na literatura. Nesse contexto, este trabalho propõe uma abordagem para apoiar os planejamentos estratégico, tático e operacional em organizações de software, a monitoração dos objetivos definidos e a execução de ações corretivas para tratar desvios detectados na monitoração dos objetivos.

Este capítulo está estruturado em nove seções, incluindo esta introdução. A seção 4.2 apresenta os requisitos para a abordagem proposta. A seção 4.3 apresenta a visão geral da abordagem e identifica seus componentes principais. A seção 4.4 apresenta brevemente o método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, um dos componentes da abordagem. Na seção 4.5 a infraestrutura proposta para monitoração de objetivos, outro componente da abordagem, é apresentada. O terceiro componente, a estratégia para recomendação de ações corretivas, é apresentado na seção 4.6. Na seção 4.7 são descritos os cenários de aplicação da abordagem proposta e a seção 4.8 descreve o apoio ferramental desenvolvido para a aplicação da abordagem. Por fim, a seção 4.9 apresenta as considerações finais deste capítulo.

## **4.2 Requisitos para a Abordagem de Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico**

A pesquisa realizada na literatura possibilitou um entendimento sobre as principais questões envolvidas no problema, sobre como elas têm sido tratadas pela academia e pela indústria, e sobre oportunidades de pesquisa existentes no tema. Assim, a partir desta pesquisa foi definida a seguinte lista de requisitos a serem atendidos pela abordagem proposta neste trabalho:

- REQ1: *Possuir a definição de um modelo de informação para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software.* O modelo de informação deve descrever quais objetivos precisam ser definidos, como eles se relacionam, quais informações devem ser descritas para cada objetivo incluindo definições sobre a monitoração dos objetivos. Este modelo de informação deve considerar o controle estatístico de processos de software.
- REQ2: *Possuir a definição de um método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software.* O método deve guiar a elaboração do planejamento estratégico, do planejamento tático relacionado a software e do planejamento dos projetos no que diz respeito à definição dos objetivos do projeto, ao planejamento do controle estatístico dos processos de software e à medição de software no projeto.
- REQ3: *Possuir a definição de uma infra-estrutura para a monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos estratégicos, de software e dos projetos.*

- REQ4: *Possuir a definição de uma estratégia para recomendação de ações.* Deve ser possível aprender com a execução de ações para tratar desvios identificados nas monitorações e, quando solicitado, recomendar ações mais adequadas para tratar um determinado desvio.
- REQ5: *Possuir ferramental de apoio.*

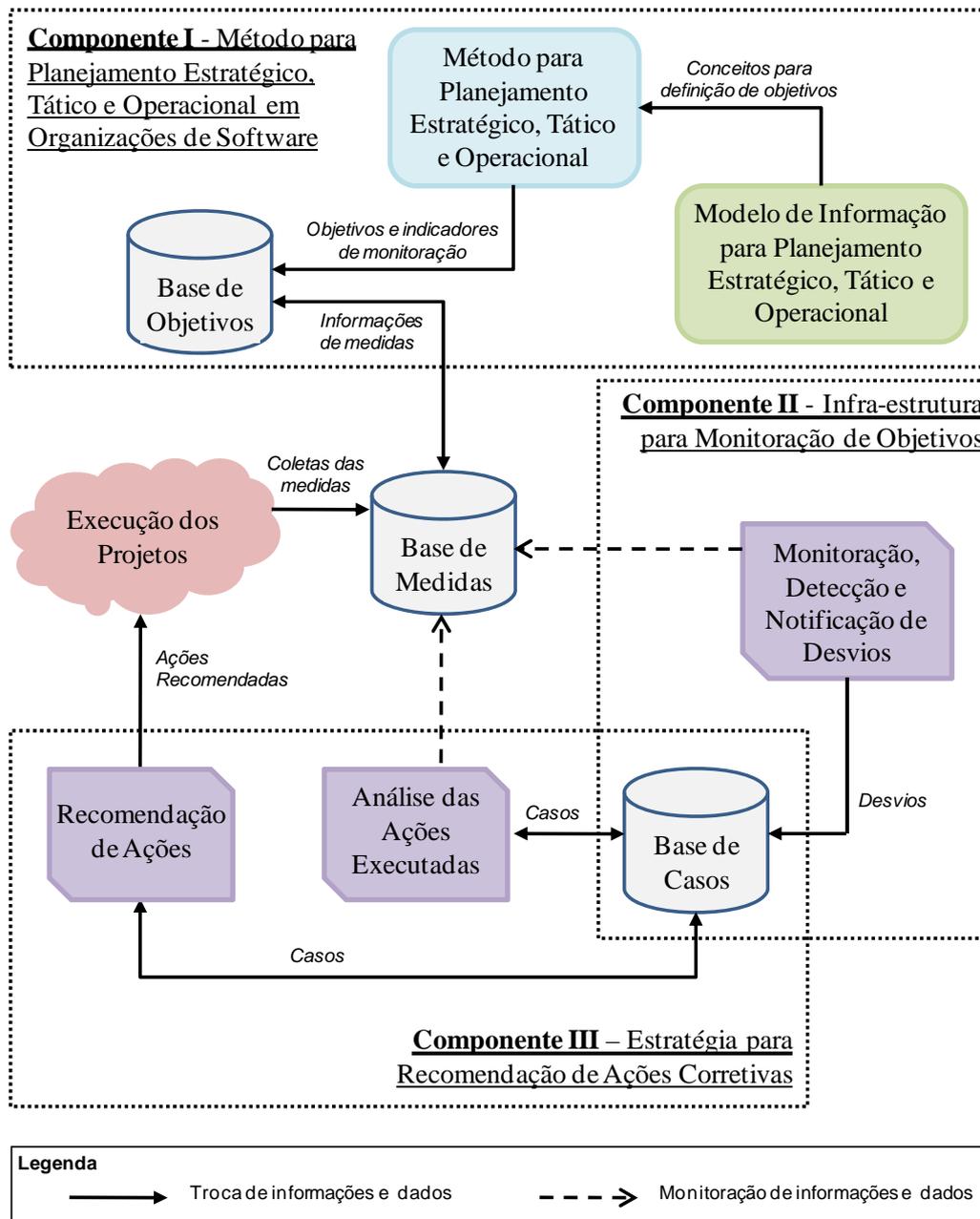
Nas seções a seguir, a abordagem proposta neste trabalho é apresentada.

### **4.3 Abordagem para Definição e Gerência de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico**

A abordagem proposta nesta tese para definição e gerência de objetivos de software alinhados ao planejamento estratégico proposta é composta por três componentes:

- (i) *Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software:* orienta o planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, contextualizando o controle estatístico de processos e a medição de software;
- (ii) *Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos:* define uma infra-estrutura para apoiar a monitoração dos objetivos definidos nos níveis estratégico, tático e operacional e a detecção e notificação de desvios; e,
- (iii) *Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas:* apresenta uma estratégia que apóia a execução de ações corretivas para tratar os desvios detectados através da recomendação de ações mais adequadas.

A Figura 4.1 apresenta a visão geral da abordagem proposta destacando os três componentes e os relacionamentos entre eles.



**Figura 4.1 – Visão geral da abordagem proposta**

A definição e a utilização do método para planejamento estratégico, tático e operacional são apoiadas por um modelo de informação que descreve os conceitos necessários para a elaboração do planejamento nos três níveis. Esse modelo de informação e o método para planejamento estratégico, tático e operacional são usados como base para a definição e utilização dos demais componentes da abordagem proposta.

A aplicação do método permite a definição de objetivos estratégicos, táticos e operacionais, bem como a associação de indicadores para a monitoração dos objetivos definidos. Esses objetivos são acompanhados pela infra-estrutura de monitoração, com

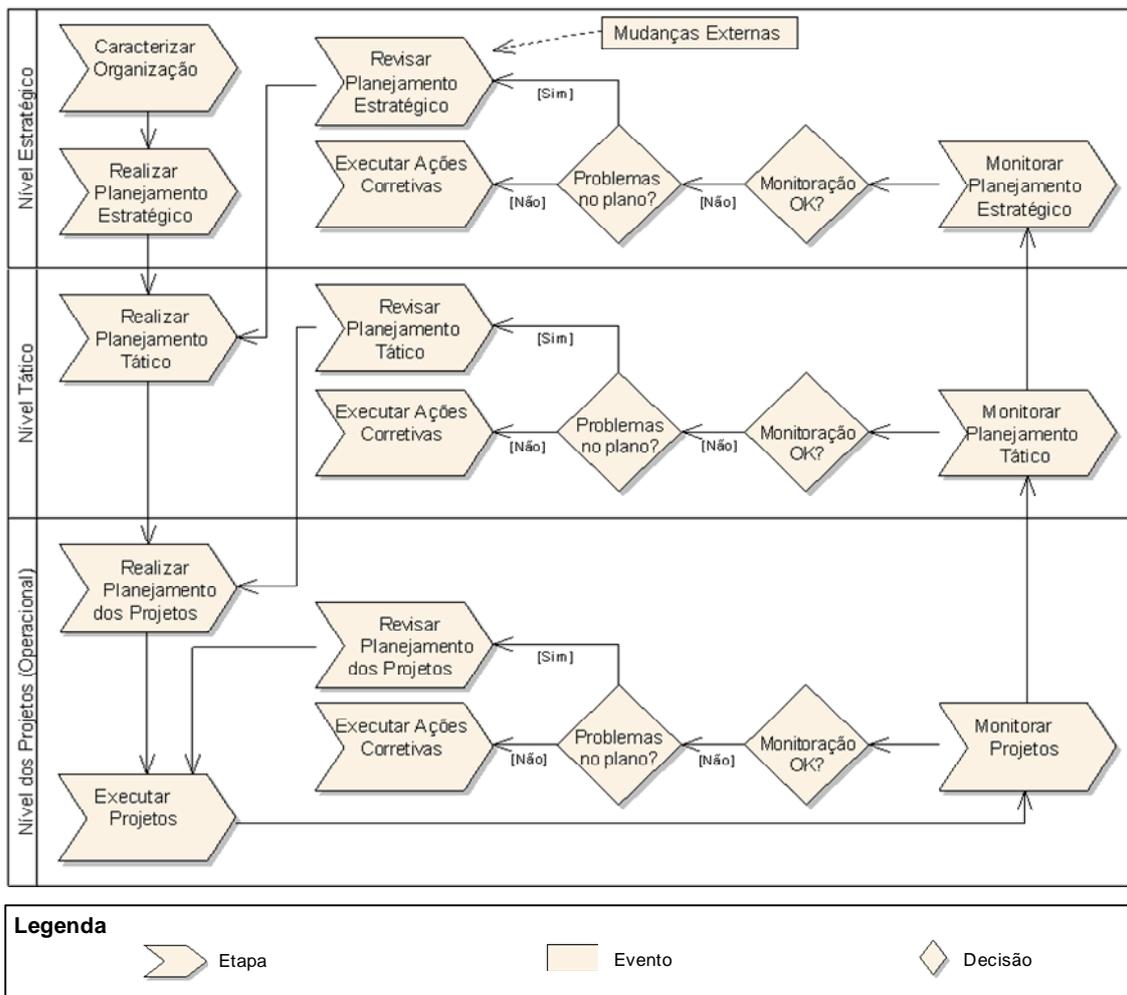
base nas medidas coletadas para os indicadores de monitoração. A infra-estrutura de monitoração é responsável por analisar continuamente os valores coletados para os indicadores, detectar e notificar a ocorrência de desvios e armazenar os desvios detectados na base de casos. No contexto desta abordagem, um caso é composto por um desvio ocorrido, a ação executada para tratar o desvio e o efeito da ação executada.

Durante a notificação de um desvio, a estratégia para recomendação de ações corretivas identifica casos de desvios similares ao desvio atual e recomenda as ações executadas com sucesso nos casos similares. Tanto as ações recomendadas como a ação executada pelo usuário são armazenadas na base de casos pela estratégia para recomendação. Após a recomendação da ação, a estratégia analisa as novas medidas coletadas para o indicador que evidenciou o desvio e infere o efeito da ação executada. O efeito percebido pela estratégia é submetido à validação do usuário e, então, ele é armazenado na base de casos.

As seções a seguir apresentam mais detalhes de cada um dos componentes da abordagem proposta.

#### **4.4 Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software**

Elaborar o planejamento estratégico e traduzi-lo em objetivos, ações e planos mais detalhados para serem executados nos projetos, atendendo aos objetivos de negócio, pode não ser tão simples, mesmo quando há um modelo de informação que identifique o que precisa ser descrito. Por isso, este trabalho propõe um método que descreve os passos a serem executados em cada um dos níveis estratégico, tático e operacional, fornecendo diretrizes para o planejamento nos três níveis. A Figura 4.2 apresenta uma visão geral do método proposto.



**Figura 4.2 – Visão geral do método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software**

Em cada nível da organização é realizado um planejamento onde os objetivos daquele nível são definidos, juntamente com os indicadores para monitoração de cada objetivo. Os objetivos definidos são monitorados e ações corretivas são executadas quando necessário. Quando aplicável, o planejamento também pode ser revisado.

O método contextualiza o planejamento do controle estatístico de processos e o planejamento da medição de software no nível tático, mantendo o alinhamento com os objetivos estratégicos. No nível operacional, o método também contextualiza a gerência quantitativa dos projetos baseada nos objetivos definidos para cada projeto.

O método completo e o modelo de informação que apóia a utilização do método são detalhadamente descritos no Capítulo 5.

## **4.5 Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos**

Ao longo da execução dos projetos, os objetivos dos projetos devem ser continuamente monitorados com o intuito de detectar desvios potenciais ou reais. Essas informações também devem ser usadas para monitoração dos objetivos definidos nos níveis tático e estratégico. No entanto, monitorar continuamente os objetivos definidos nos três níveis pode se mostrar uma tarefa árdua. Assim, este trabalho propõe uma infraestrutura de apoio à monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos que é capaz de monitorar os objetivos, analisar a ocorrência de desvios e notificar quando algum desvio é detectado.

Essa infra-estrutura é responsável por acompanhar continuamente as medidas coletadas, identificar aquelas que estão relacionadas aos indicadores de monitoração dos objetivos definidos e analisar os valores coletados para os indicadores de acordo com regras especificadas previamente de modo a perceber a ocorrência de um desvio. Ao detectar um desvio, a infra-estrutura emite um alerta sobre o desvio ocorrido.

A infra-estrutura para monitoração dos objetivos é descrita detalhadamente no Capítulo 6.

## **4.6 Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

Durante a monitoração dos objetivos realizada através da infra-estrutura de monitoração, desvios podem ser detectados e neste caso é preciso analisá-los e planejar a execução de ações para a correção destes desvios, de modo a possibilitar o alcance dos objetivos. No entanto, identificar quais ações se mostram mais adequadas para tratar determinado desvio ou mesmo identificar aquelas que jamais deveriam ser aplicadas exige conhecimento e experiência.

Para apoiar a execução de ações corretivas mais adequadas, este trabalho propõe uma estratégia para recomendação de ações corretivas a partir de um aprendizado contínuo sobre a execução das ações na organização. Essa estratégia usa a abordagem *Raciocínio Baseado em Casos (RBC)* para armazenar cenários de desvios e, quando necessário, recuperar e recomendar ações que se mostrem mais adequadas, segundo técnicas específicas de recuperação de cenários similares. Para evitar a execução de ações que não deveriam ser executadas, a estratégia também apresenta as ações que

foram executadas em cenários similares e que apresentaram um resultado ruim e sugere que essas ações não sejam executadas para tratar o desvio atual.

Nessa estratégia, um caso descreve o desvio ocorrido, incluindo informações que caracterizam o cenário de ocorrência do desvio, a ação executada para tratar o desvio e o resultado da execução da ação, que identifica se a ação executada foi uma boa solução.

O Capítulo 7 descreve detalhadamente a estratégia para recomendação de ações corretivas proposta neste trabalho.

#### **4.7 Cenários de Aplicação da Abordagem Proposta**

A abordagem proposta neste trabalho foi definida considerando a sua aplicação em dois cenários:

- (i) *Cenário sem alta maturidade*: cenário das organizações de software cujos processos são aderentes aos níveis iniciais de maturidade e que não estão buscando atingir a alta maturidade; e,
- (ii) *Cenário com alta maturidade*: cenário das organizações de software cujos processos já são aderentes aos níveis mais altos de maturidade ou que estão buscando atingir a alta maturidade.

A principal diferença na aplicação da abordagem proposta nesses cenários está na utilização do método para planejamento estratégico, tático e operacional. No cenário (i), a aplicação do método não precisa considerar o controle estatístico de processos. Assim, os objetivos e indicadores de monitoração são definidos com base na análise de dados de medições anteriores, sem a aplicação de técnicas estatísticas.

A aplicação do método no cenário (ii) deve considerar o controle estatístico de processos e a definição de objetivos específicos relacionados aos processos a serem controlados estatisticamente. Nesse cenário, a infra-estrutura de monitoração dos objetivos e a estratégia para recomendação de ações corretivas também devem monitorar os objetivos específicos relacionados aos processos usando informações do controle estatístico de processos.

No Capítulo 5, ao longo da descrição do método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, são apresentadas algumas diretrizes para aplicação deste método considerando cada um dos cenários descritos.

## 4.8 Ferramental de Apoio para a Abordagem Proposta no Ambiente de Alta Maturidade

Conforme descrito no Capítulo 1, a abordagem proposta neste trabalho está contextualizada em uma estratégia para melhoria de software em organizações de alta maturidade definida na COPPE/UFRJ. Ao longo do desenvolvimento dessa estratégia, uma infra-estrutura para o desenvolvimento de ferramentas de apoio à alta maturidade, denominada *Infra-estrutura para Ambiente de Alta Maturidade (Infra-estrutura A2M)*, foi definida. O desenvolvimento das ferramentas implementadas neste trabalho para apoiar a aplicação da abordagem proposta utilizou as funcionalidades básicas que já haviam sido implementadas e disponibilizadas na *Infra-estrutura A2M*.

O conjunto de ferramentas de apoio desenvolvido neste trabalho contém as seguintes ferramentas:

- Ferramenta de apoio à execução do método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software: Responsável por apoiar a execução do método, guiando os passos a serem executados, identificando e armazenando as informações necessárias. Nessa ferramenta são definidos os objetivos dos níveis estratégico, tático e operacional, bem como os indicadores para monitoração desses objetivos.
- Ambiente de apoio à monitoração dos objetivos: Responsável por implementar a infra-estrutura para monitoração de objetivos proposta neste trabalho.
- Sistema de recomendação de ações corretivas: Sistema de recomendação que implementa a estratégia para recomendação de ações corretivas proposta neste trabalho.

Ao iniciar o desenvolvimento dessas ferramentas de apoio, as funcionalidades básicas da *Infra-estrutura A2M* estavam implementadas, porém, nenhuma ferramenta de apoio havia sido completamente desenvolvida utilizando essa infra-estrutura. Naquele momento, somente as ferramentas de apoio relacionadas à definição e utilização de uma base de componentes de processo, propostas por BARRETO (2007), estavam em desenvolvimento. Assim, o desenvolvimento das ferramentas propostas neste trabalho caracterizou-se como um projeto piloto, contribuindo para a melhoria da *Infra-estrutura A2M*.

Tanto as ferramentas propostas neste trabalho como as ferramentas propostas por BARRETO (2007), que já estavam em desenvolvimento, consideram a existência de

uma base de medidas. Nesse contexto, para que as ferramentas em desenvolvimento pudessem ser completamente implementadas foi necessário implementar um protótipo da base de medidas. Assim, optou-se por implementar uma versão simplificada da base de medidas que disponibilizasse as funcionalidades essenciais às ferramentas propostas neste trabalho e àquelas já em desenvolvimento. A ontologia de medição de software proposta por BARCELLOS (2009) também foi considerada na implementação das funcionalidades essenciais da base de medidas.

Para viabilizar a aplicação das ferramentas de apoio propostas neste trabalho em organizações de alta maturidade, uma integração dessas ferramentas de apoio com a base de componentes proposta por BARRETO (2007) também foi implementada.

Os próximos capítulos detalham as ferramentas de apoio desenvolvidas neste trabalho ao longo da descrição dos componentes da abordagem.

#### **4.9 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentada uma visão geral da abordagem proposta para apoiar a definição e a gerência de objetivos de software alinhados ao planejamento estratégico, considerando a definição e a monitoração de objetivos e a execução de ações corretivas para tratar desvios detectados na monitoração dos objetivos. Foram apresentados os requisitos para a abordagem e os seus principais componentes.

Os cenários de aplicação da abordagem proposta foram descritos e o ferramental de apoio à aplicação da abordagem desenvolvido neste trabalho também foi apresentado.

O próximo capítulo apresenta em detalhes o componente Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software.

## **CAPÍTULO 5 – Método e Modelo de Informação para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software**

### **5.1 Introdução**

Este capítulo descreve o método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, um dos principais componentes da abordagem para definição e gerência de objetivos de software proposta neste trabalho. O modelo de informação que apóia a definição e utilização desse método em organizações de software também é apresentado.

Conforme descrito no Capítulo 4, o método proposto se aplica a dois cenários: (i) *Cenário sem alta maturidade* e (ii) *Cenário com alta maturidade*. Ao longo deste capítulo, o método e o modelo são descritos considerando a aplicabilidade aos dois cenários. No entanto, quando há alguma particularidade para um cenário específico, uma menção ao cenário aplicável é feita.

Uma ferramenta de apoio à execução do método proposto foi desenvolvida, conforme descrito no Capítulo 4, e ao longo da descrição do método essa ferramenta é apresentada.

A seção 5.2 apresenta o modelo de informação proposto enquanto a seção 5.3 descreve o método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software. A aplicação do método proposto em uma organização de software é descrita na seção 5.4 e as considerações finais deste capítulo são apresentadas na seção 5.5.

### **5.2 Modelo de Informação para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software**

Para facilitar a elaboração dos planejamentos estratégico, tático e operacional em organizações de software, é importante definir alguns conceitos, bem como a relação existente entre eles. Conforme descrito no Capítulo 2, há várias terminologias para os objetivos definidos nos três níveis e para as medidas relacionadas a cada um. O modelo de informação para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de

software proposto neste trabalho define uma terminologia padrão e uma relação entre os objetivos, sendo responsável por associar as informações necessárias para definir e monitorar os objetivos estratégicos, táticos e operacionais em organizações de software. O modelo de informação proposto descreve os seguintes conceitos básicos:

- Objetivo Estratégico: é o objetivo amplo definido no nível estratégico da organização, que descreve suas intenções de negócio considerando o longo prazo. Na literatura, também é chamado de objetivos de negócio ou objetivos empresariais.
- Interação entre Objetivos: representa um relacionamento entre dois objetivos *do mesmo nível*, de modo que o alcance ou não de um objetivo possa afetar, positiva ou negativamente, o alcance do outro objetivo relacionado.
- Iniciativa Estratégica: é uma iniciativa a ser tomada, ainda no nível estratégico da organização, descrita como uma ação que se executada tende a facilitar o alcance dos objetivos estratégicos definidos.
- Objetivo Tático: é um detalhamento de um objetivo estratégico, definido no nível tático da organização e, por isso, tende a ser mais específico que o objetivo estratégico, porém, ainda distante da realidade de execução dos projetos no dia a dia da organização. No contexto deste trabalho, como o foco é o detalhamento em relação aos produtos e processos de software, faz-se necessário definir dois conceitos específicos para os objetivos táticos:
  - Objetivo Tático não Relacionado a Software: é um objetivo tático que representa um detalhamento de um objetivo estratégico, porém, *não* relacionado a produtos e processos de software.
  - Objetivo de Software (adaptado de BASILI *et al.*, 2007): é um objetivo tático que representa um detalhamento de um objetivo estratégico e está diretamente relacionado a produtos e processos de software. Estes objetivos são usados para guiar a melhoria de software nas organizações e, por isso, também são denominados objetivos de melhoria de software. Com o intuito de facilitar o acompanhamento dos objetivos de software permitindo maior visibilidade dos resultados, estes objetivos são classificados conforme os seguintes conceitos:
    - Objetivo de Software de Médio Prazo: é um objetivo de software que deve ser alcançado no médio prazo.

- Objetivo de Software de Curto Prazo: é um detalhamento de um objetivo de software de médio prazo que especifica uma meta intermediária a ser alcançada no curto prazo. Este detalhamento possibilita um acompanhamento mais freqüente dos objetivos de software podendo inclusive indicar uma necessidade de revisão dos objetivos de médio prazo.
- Objetivo Quantitativo de Qualidade e Desempenho: é uma decomposição de um objetivo de software de curto prazo que busca afetar a qualidade dos produtos e processos de software, porém, com um foco mais específico, uma vez que obrigatoriamente está relacionado a (i) uma parte específica do processo, delimitada por um componente de processo; e, (ii) um elemento mensurável que define a perspectiva de análise do desempenho do componente de processo. Além disso, esse objetivo deve ser quantitativo de modo a permitir o controle estatístico do componente de processo associado. A definição desse objetivo é aplicável somente no *Cenário com alta maturidade* (descrito no Capítulo 4). A literatura descreve o conceito de objetivo de qualidade e desempenho (descrito no Capítulo 1), porém, a definição não explicita a obrigatoriedade de estar relacionado a um componente de processo. Além disso, somente na versão mais recente do modelo CMMI-DEV (SEI, 2010), publicada em novembro de 2010, a definição desse conceito explicita a necessidade de esse objetivo ser quantitativo.
- Objetivo do Projeto: é um objetivo operacional que guia o planejamento e a monitoração de um projeto, considerando o planejamento tático da organização e as características, necessidades e restrições específicas do projeto.
- Indicador de Monitoração: é uma medida associada a um objetivo, através de um procedimento de análise, conforme descrito na seção 5.2.1, com o intuito de acompanhar o alcance deste objetivo. Neste modelo de informação, todos os conceitos, exceto os conceitos “Interação entre Objetivos” e “Iniciativa Estratégica”, possuem pelo menos um indicador de monitoração. Com o intuito de possibilitar um acompanhamento mais pró-ativo, permitindo a detecção de possíveis desvios antes que ocorram, a definição do indicador detalha situações para detecção de desvios potenciais, isto é, aqueles que ainda não ocorreram, mas que estejam próximos de ocorrer, além de desvios reais, conforme descrito na Tabela 5.1. Especificamente para o conceito “Objetivo Quantitativo de

Qualidade e Desempenho”, o indicador de monitoração deve considerar as características da alta maturidade, conforme destacado na seção 5.2.1.

A descrição de cada um desses conceitos envolve definir algumas informações obrigatórias ou opcionais. A Tabela 5.1 identifica as informações para descrição de cada conceito definido.

**Tabela 5.1 – Informações para descrição dos conceitos do modelo de informação proposto**

Conceito	Informação	Descrição	Opcional
Objetivo Estratégico	Ação	Ação esperada, tais como: aumentar, diminuir, manter, melhorar.	
	Objeto da ação	O que deve ser afetado pela ação, por exemplo: faturamento, excelência da equipe, lucro, satisfação dos clientes.	
	Perspectiva	Perspectiva na qual o objetivo deve ser analisado, por exemplo: financeira, clientes, dentre outras.	
	Categoria	Categoria do objetivo, por exemplo: produtividade, qualidade dos processos, marketing, custo, prazo, risco, qualidade dos produtos.	
Interação entre Objetivos	Tipo	<p>Tipo da interação. Uma interação entre objetivos do mesmo nível pode ser dos seguintes tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Interdependência Qualitativa Direta</u>: indica que existe uma interação entre os objetivos que não é possível quantificar, porém, é possível determinar que a relação entre os objetivos é diretamente proporcional.</li> <li>• <u>Interdependência Qualitativa Inversa</u>: existe uma interação entre os objetivos que não é possível quantificar, porém, é possível determinar que a relação entre os objetivos é inversamente proporcional.</li> <li>• <u>Interdependência Quantitativa</u>: existe uma interação quantitativa entre os objetivos e esta pode ser modelada em uma equação matemática.</li> </ul>	
Iniciativa Estratégica	Ação	Ação a ser implementada para promover o alcance do objetivo estratégico relacionado.	
	Prioridade	Prioridade de implementação da iniciativa.	
	Responsáveis	Responsáveis pela implementação da iniciativa.	
	Recursos	Recursos disponíveis para implementação da iniciativa.	
	Objetivo Estratégico relacionado	Objetivo estratégico ao qual a iniciativa está associada.	

Conceito	Informação	Descrição	Opcional
Objetivo Tático não Relacionado a Software	Ação	Ação esperada.	
	Valor	Quanto o objeto da ação deve ser afetado. Descrito como um percentual.	✓
	Objeto da ação	O que deve ser afetado pela ação.	
	Objetivo Estratégico relacionado	Objetivo estratégico do qual o objetivo tático é uma decomposição.	
	Contribuição	Percentual de contribuição que o objetivo tático tem para o alcance do objetivo estratégico relacionado.	
	Categoria	Categoria do objetivo, por exemplo: produtividade, qualidade dos processos, marketing, custo, prazo, risco, qualidade dos produtos.	
Objetivo de Software de Médio Prazo	Ação	Ação esperada.	
	Valor	Quanto o objeto da ação deve ser afetado. Descrito como um percentual.	✓
	Objeto da ação	O que deve ser afetado pela ação.	
	Objetivo Estratégico relacionado	Objetivo estratégico do qual este objetivo de software é uma decomposição.	
	Contribuição	Percentual de contribuição que o objetivo de software de médio prazo tem para o alcance do objetivo estratégico relacionado.	
	Categoria	Categoria do objetivo, por exemplo: produtividade, qualidade dos processos, marketing, custo, prazo, risco, qualidade dos produtos.	
Objetivo de Software de Curto Prazo	Ação	Ação esperada.	
	Valor	Quanto o objeto da ação deve ser afetado. Descrito como um percentual.	✓
	Objeto da ação	O que deve ser afetado pela ação.	
	Objetivo de Software de Médio Prazo relacionado	Objetivo de software de médio prazo do qual este objetivo é um detalhamento.	
	Categoria	Categoria do objetivo, por exemplo: produtividade, qualidade dos processos, marketing, custo, prazo, risco, qualidade dos produtos.	
Objetivo Quantitativo de Qualidade e Desempenho	Componente de Processo relacionado	Componente de processo que será monitorado com base neste objetivo, usando o controle estatístico de processos.	
	Ação	Ação esperada.	
	Valor	Quanto o objeto da ação deve ser afetado. Descrito como um percentual.	
	Elemento Mensurável	Atributo que define a perspectiva de análise do desempenho do componente de processo relacionado.	
	Objetivo de Software de Curto Prazo relacionado	Objetivo de software de curto prazo do qual este objetivo é um detalhamento.	
	Contribuição	Percentual de contribuição que este objetivo tem para o alcance do objetivo de software de curto prazo relacionado.	
	Categoria	Categoria do objetivo, por exemplo: produtividade, qualidade dos processos, marketing, custo, prazo, risco, qualidade dos produtos.	

Conceito	Informação	Descrição	Opcional
Objetivo do Projeto	Ação	Ação esperada.	
	Valor	Quanto o objeto da ação deve ser afetado. Descrito como um percentual.	✓
	Objeto da ação	O que deve ser afetado pela ação.	
	Objetivo relacionado	Objetivo de software de curto prazo ou objetivo quantitativo de qualidade e desempenho aplicado ao projeto, caso o objetivo definido não seja um objetivo específico do projeto.	✓
	Categoria	Categoria do objetivo, por exemplo: produtividade, qualidade dos processos, marketing, custo, prazo, risco, qualidade dos produtos.	
Indicador de Monitoração	Critérios de Decisão	Limites, valores alvo, ou padrões usados para determinar a necessidade de ações ou maior investigação (ISO/IEC 15939, 2002). Algumas diretrizes para definição desses critérios, inclusive no <i>cenário com alta maturidade</i> , são descritas na seção 5.2.1.	
	Função de Cálculo	Algoritmo ou cálculo realizado para combinar duas ou mais medidas e derivar uma coleta do indicador (adaptado de ISO/IEC 15939, 2002). Algumas diretrizes para definição dessa função de cálculo são descritas na seção 5.2.1.	

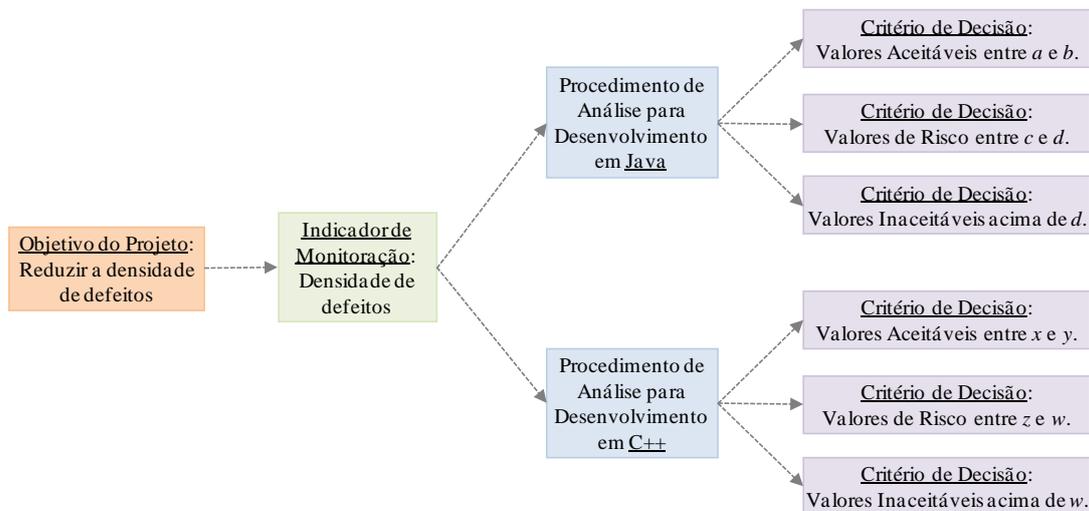
### 5.2.1 Definição dos Indicadores de Monitoração dos Objetivos

A definição de um indicador de monitoração deve seguir as definições relativas à medição de software na organização. No modelo de informação proposto são descritas somente as informações essenciais à monitoração dos objetivos. Portanto, outras informações além dos critérios de decisão e da função de cálculo podem ser descritas conforme o planejamento da medição de software na organização.

Para viabilizar a monitoração dos objetivos, para cada indicador devem ser definidos critérios de decisão que diferenciem os valores aceitáveis daqueles que caracterizam um desvio. No entanto, a interpretação do que é aceitável pode variar dependendo do contexto da análise. Assim, para cada indicador devem ser definidos procedimentos de análise que descrevam o contexto da análise e para cada procedimento de análise devem ser definidos os critérios de decisão. A associação de um objetivo com o indicador de monitoração desse objetivo se dá através de um procedimento de análise, ou seja, um objetivo é monitorado segundo um procedimento de análise definido para um determinado indicador. A Figura 5.1 ilustra um exemplo de definição de um objetivo do projeto, um indicador de monitoração desse objetivo e diferentes procedimentos de análise e critérios de decisão.

A definição de um procedimento de análise deve descrever claramente três situações:

- (i) Quando a ocorrência de um determinado valor é aceitável e não há risco de desvio próximo;
- (ii) Quando a ocorrência de um determinado valor é aceitável, porém, sinaliza um risco de desvio próximo, isto é, caracteriza um *desvio potencial*; e,
- (iii) Quando a ocorrência de um determinado valor é inaceitável, isto é, caracteriza um *desvio real*.



**Figura 5.1 – Exemplo de definição de objetivo do projeto, indicador de monitoração e procedimentos de análise.**

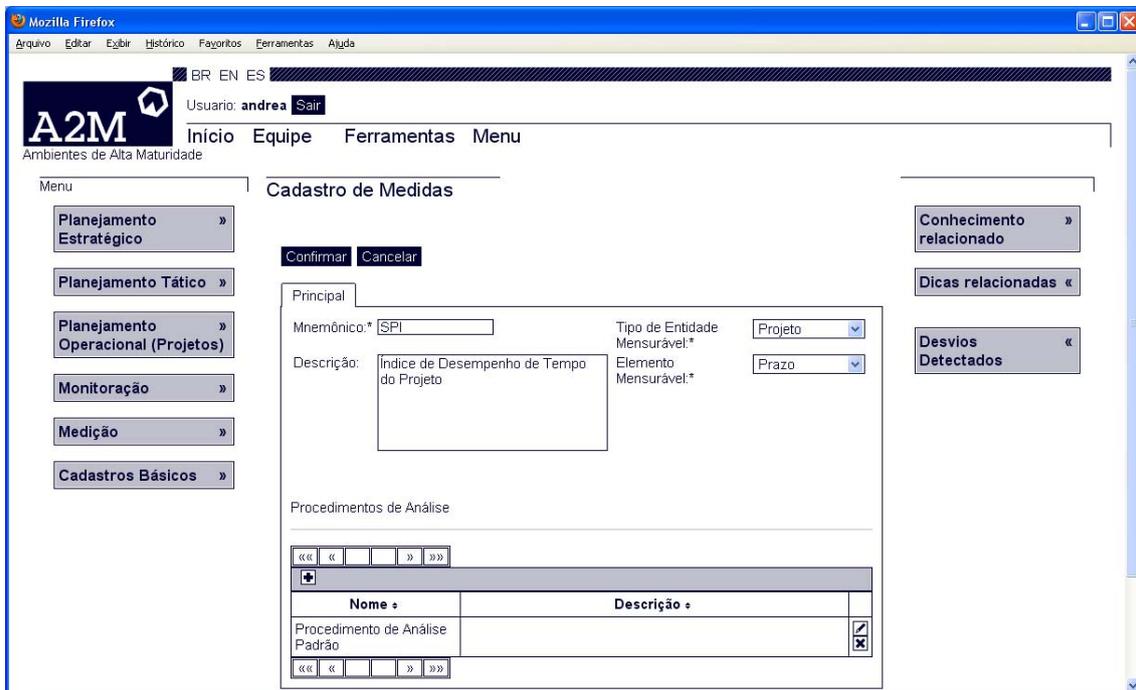
Vale destacar que o método proposto neste trabalho descreve *o que* deve ser definido, isto é, indicadores de monitoração, procedimentos de análise e critérios de decisão. No entanto, este método não tem o intuito de apoiar *como* esses conceitos devem ser definidos. Por isso, a aplicação deste método não determina qual o indicador mais adequado para a monitoração de um objetivo, quais procedimentos de análise considerar para a monitoração de um objetivo específico e quais os valores mais adequados para cada situação descrita nos critérios de decisão.

Especificamente no *Cenário com alta maturidade*, a aplicação do método proposto envolve definir objetivos quantitativos de qualidade e desempenho. Para esses objetivos, a definição dos procedimentos de análise e dos critérios de decisão deve ser baseada no conhecimento sobre a estabilidade e a capacidade do componente de processo associado ao objetivo, de modo a permitir a gerência quantitativa e estatística

desses objetivos nos projetos, conforme estabelecem os modelos de maturidade CMMI-DEV (SEI, 2010) e MR-MPS (SOFTEX, 2009). Nesse cenário, as três situações a serem consideradas na definição dos procedimentos de análise de um indicador de monitoração de um objetivo quantitativo de qualidade e desempenho devem ser definidas da seguinte forma:

- Situação 1 – Sem desvio: considera valores que estão dentro dos limites de controle estabelecidos na análise de estabilidade do componente de processo e *sem* risco de desvio próximo.
- Situação 2 – Desvio potencial: considera valores que estão dentro dos limites de controle estabelecidos na análise de estabilidade do componente de processo, porém, *com* risco de desvio próximo.
- Situação 3 – Desvio real: considera valores que estão fora dos limites de controle estabelecidos na análise de estabilidade do componente de processo.

A Figura 5.2 e a Figura 5.3 apresentam as telas da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo as funcionalidades de cadastro de um indicador e dos critérios de decisão associados a um procedimento de análise desse indicador.



**Figura 5.2 – Cadastro de um indicador na ferramenta de apoio.**

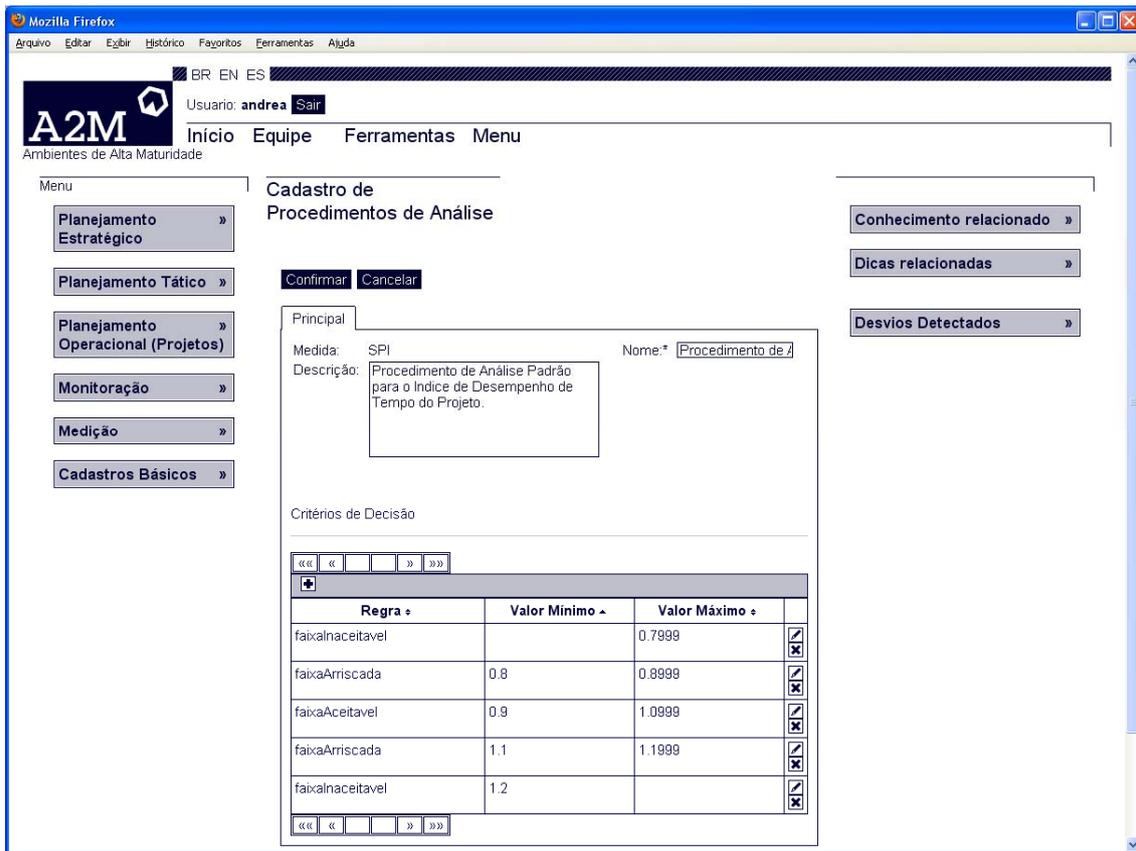


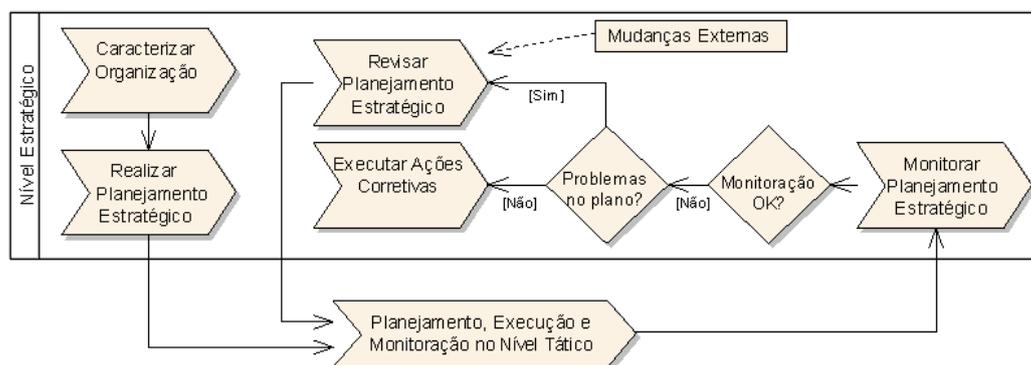
Figura 5.3 – Cadastro dos critérios de decisão associados a um indicador na ferramenta de apoio.

A monitoração dos objetivos definidos nos três níveis depende diretamente da definição de indicadores de monitoração adequados e, por isso, a definição da função de cálculo do indicador é importante. Quando um objetivo é decomposto em outros objetivos (por exemplo: um objetivo estratégico é decomposto em objetivos táticos), a função de cálculo do indicador de monitoração desse objetivo deve considerar os indicadores de monitoração dos objetivos originados na decomposição desse objetivo. Essa relação entre os indicadores de monitoração, descrita na função de cálculo, permite que uma nova coleta para um indicador de monitoração dispare uma nova coleta para os indicadores compostos por esse indicador e, conseqüentemente, uma análise de todos os indicadores e objetivos relacionados.

### 5.3 Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software

Este método se inicia no nível estratégico com a caracterização da organização, seguida do planejamento estratégico que serve como base para o planejamento tático,

como mostra a Figura 5.4. A partir dos dados de execução e monitoração no nível tático, o planejamento estratégico é monitorado e caso seja detectado algum desvio, o problema é analisado para determinar se é necessário executar ações para corrigir o desvio ou se o planejamento estratégico precisa ser revisado. Uma revisão ou nova elaboração do planejamento estratégico também pode ser iniciada a partir de mudanças no ambiente externo. Assim, é possível ajustar o planejamento estratégico para tratar mudanças internas detectadas nos níveis mais baixos ou para se adequar a mudanças externas.



**Figura 5.4 – Contexto de definição, monitoração e revisão do planejamento estratégico.**

A caracterização da organização é necessária, pois serve de orientação para o início do planejamento estratégico delineando os prazos esperados para percepção dos resultados do planejamento e as perspectivas a serem consideradas. Nesta etapa são determinados o escopo do planejamento e os intervalos de curto, médio e longo prazo adotados pela organização, considerando características específicas da organização, do mercado de atuação e de seus negócios.

Uma das formas de facilitar o foco e a atenção nas áreas críticas para a organização é definir perspectivas que foquem individualmente em algum ponto crítico e que estejam relacionadas entre si, permitindo a devida atenção a cada área crítica, de forma balanceada. Neste método, a caracterização da organização inclui, ainda, a identificação das perspectivas que são importantes para a organização. A organização pode identificar, por exemplo, as perspectivas sugeridas pelo BSC (KAPLAN e NORTON, 1996) ou outras mais adequadas.

A próxima etapa é a elaboração do planejamento estratégico, seguido do planejamento tático e do planejamento operacional. Nas próximas seções o método

proposto para cada um desses planejamentos é descrito. Ao longo desta descrição são apresentados exemplos descrevendo informações fictícias, porém, úteis à compreensão.

### 5.3.1 Método para Planejamento Estratégico

A elaboração do planejamento estratégico é composta por oito etapas conforme ilustra a Figura 5.5. A primeira etapa é a definição da missão e visão da organização, que devem orientar a definição dos objetivos estratégicos da organização.

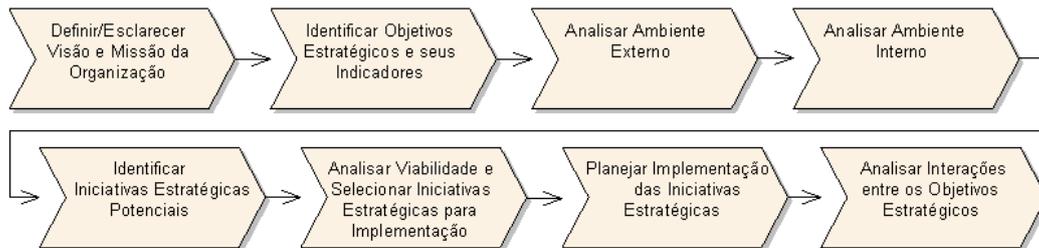


Figura 5.5 – Etapas do planejamento estratégico.

A Figura 5.6 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar algumas informações de caracterização da organização e a missão e a visão da organização.

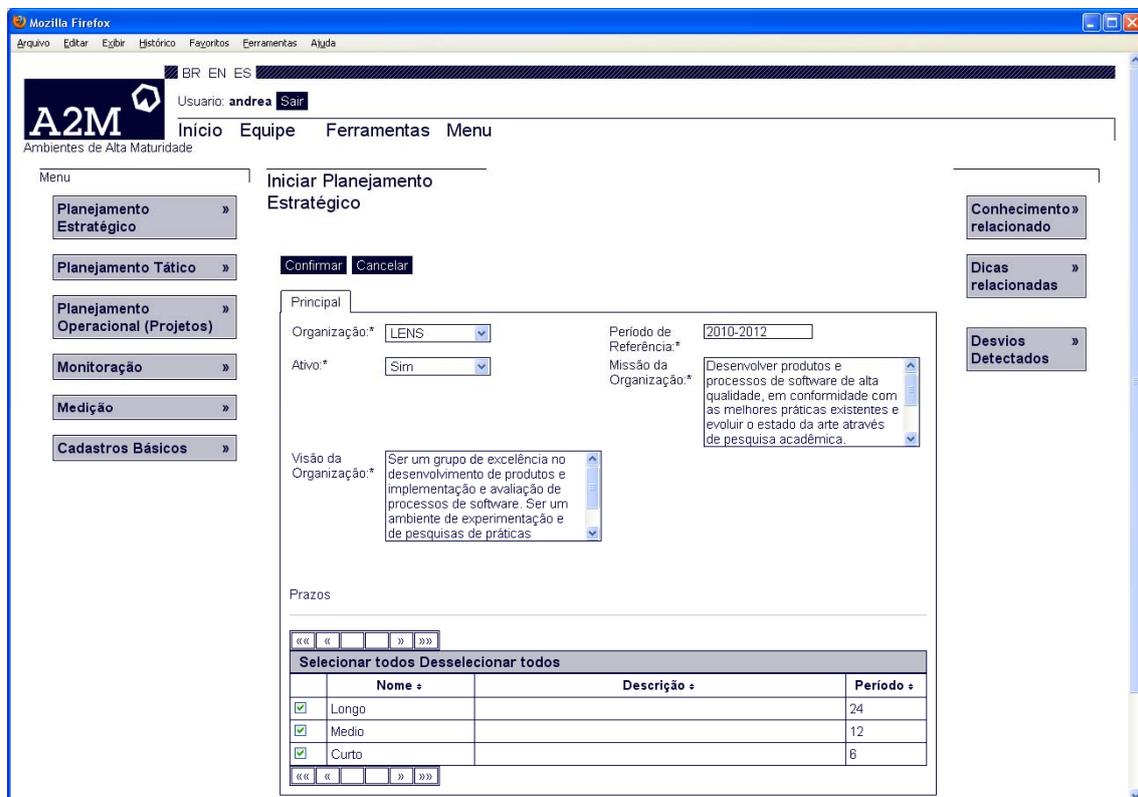


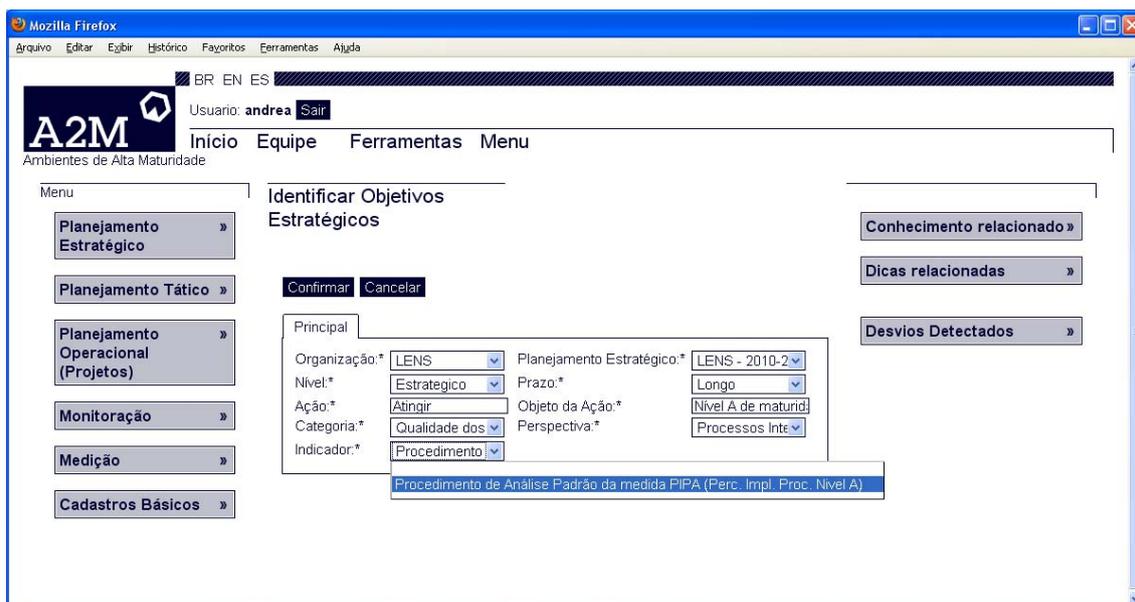
Figura 5.6 – Cadastro de informações da organização e do planejamento estratégico na ferramenta de apoio.

Logo após definir a visão e missão da organização, os objetivos estratégicos e seus indicadores devem ser definidos. Quando definidos isoladamente, esses objetivos podem não descrever claramente as intenções da organização desviando a atenção das áreas críticas do negócio. Por isso, cada objetivo estratégico é relacionado a uma perspectiva escolhida dentre aquelas que foram definidas para a organização e, para assegurar o balanceamento entre essas perspectivas, deve existir pelo menos um objetivo para cada perspectiva identificada. O objetivo estratégico é um conceito definido no modelo de informação proposto neste trabalho e é descrito conforme este modelo. A Tabela 5.2 mostra exemplos de objetivos estratégicos.

**Tabela 5.2 - Exemplo de objetivos estratégicos**

<b>Objetivos Estratégicos</b>		
<b>Ação</b>	<b>Objeto da Ação</b>	<b>Perspectiva</b>
Aumentar	Satisfação dos Clientes	Clientes
Melhorar	Qualidade dos Produtos de Software	Processos Internos

Além de identificar os objetivos estratégicos, é importante planejar também como eles serão monitorados permitindo o acompanhamento contínuo desses objetivos. Para isso, continuando o planejamento estratégico, a cada objetivo definido são associados procedimentos de análise de indicadores de monitoração (conforme descrito na seção 5.2.1), permitindo a detecção de desvios e a execução de ações corretivas. O indicador de monitoração é um conceito definido no modelo de informação proposto neste trabalho e é descrito conforme este modelo. A Figura 5.7 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar um objetivo estratégico e associá-lo a um procedimento de análise de um indicador de monitoração.



**Figura 5.7 – Cadastro de um objetivo estratégico e associação com indicador de monitoração na ferramenta de apoio.**

O planejamento estratégico considera as intenções da organização descritas através dos objetivos estratégicos, porém, para facilitar o alcance desses objetivos é importante analisar os ambientes externo e interno à organização de modo a identificar forças que podem contribuir ou dificultar o alcance dos objetivos. No método proposto, essa análise é conduzida aplicando a análise SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, and Threats*). Assim, a análise do ambiente externo se dá com a identificação de fatores ou tendências externos à organização que podem representar ameaças ou oportunidades. Além disso, é necessário analisar os possíveis impactos relacionados a cada fator, considerando que um dado fator pode causar um impacto positivo representando uma oportunidade e este mesmo fator também pode causar um impacto negativo representado uma ameaça. Embora não se possa exercer o controle pleno sobre os fatores externos, pode-se, em alguns casos, aproveitá-los em favor da organização, ou ainda neutralizá-los ou reduzir seus efeitos negativos visando, através de estratégias adequadas, ao cumprimento da missão e ao alcance da visão definida. Devem ser analisados diversos fatores tais como: tecnológicos, políticos, econômicos, legais, sociais, ecológicos, clientes, fornecedores e concorrentes. A Tabela 5.3 exemplifica a análise de um possível fator externo.

**Tabela 5.3 - Exemplo de análise de um fator externo**

Fator/Tendência	Impacto	Tipo de Impacto
Clientes sem experiências com produtos de qualidade	Diminuição do preço de mercado dos produtos	Ameaça
	Aumento da exigência pela qualidade	Oportunidade

A Figura 5.8 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os resultados da análise do ambiente externo.



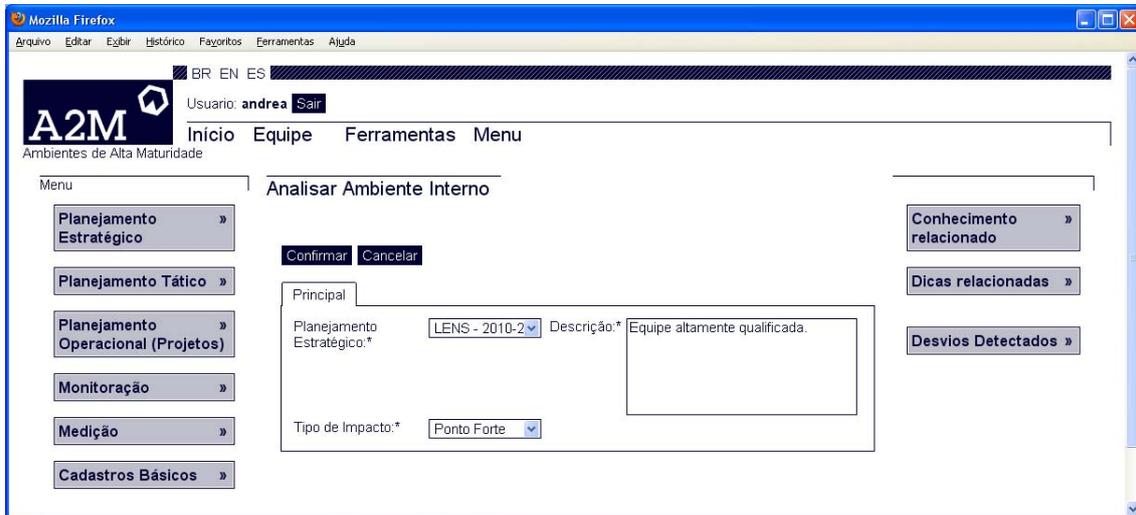
**Figura 5.8 – Cadastro dos resultados da análise do ambiente externo na ferramenta de apoio.**

O ambiente interno também deve ser analisado para permitir uma avaliação dos principais pontos fortes e pontos fracos da organização, à luz dos objetivos estratégicos identificados. Um ponto forte pode ser visto como uma característica positiva de destaque, presente na organização, que pode favorecer o alcance dos objetivos estratégicos. Por outro lado, um ponto fraco pode ser visto como uma característica negativa de destaque, presente na organização, que pode prejudicar o alcance dos objetivos estratégicos. A análise interna envolve a análise dos recursos, estrutura organizacional, cultura organizacional, estilo de administração, dentre outros. A Tabela 5.4 exemplifica possíveis pontos fortes e fracos de uma organização.

**Tabela 5.4 - Exemplo de análise interna de uma organização**

Pontos Fortes	Pontos Fracos
Equipe altamente qualificada	Disponibilidade limitada de recursos financeiros
Baixa rotatividade de pessoal	Falta de uma política de marketing adequada

A Figura 5.9 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os resultados da análise do ambiente interno à organização.



**Figura 5.9 – Cadastro dos resultados da análise do ambiente interno na ferramenta de apoio.**

Para promover o alcance dos objetivos estratégicos, a definição de iniciativas estratégicas se faz necessária. Por isso, a próxima etapa é a identificação das iniciativas estratégicas potenciais que devem visar ao alcance dos objetivos estratégicos usando as oportunidades e pontos fortes identificados e tratando as ameaças e pontos fracos percebidos nas análises externa e interna. Esta etapa deve ser executada preferencialmente com a participação de representantes do nível tático, pois este será o nível responsável por executar as iniciativas estratégicas planejadas. A definição de uma iniciativa estratégica deve seguir o modelo de informação proposto na seção anterior. Um exemplo de iniciativas estratégicas potenciais para um objetivo estratégico é apresentado na Tabela 5.5.

**Tabela 5.5 - Exemplo de iniciativas estratégicas potenciais para um objetivo estratégico**

<b>Objetivo Estratégico Relacionado:</b>	Melhorar Qualidade dos Produtos de Software
<b>Iniciativas Estratégicas Potenciais</b>	
Implantar Nível F do modelo de maturidade MR-MPS	
Adotar novas tecnologias de apoio aos testes dos produtos de software	

A Figura 5.10 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar as iniciativas estratégicas potenciais e o resultado da análise de viabilidade de cada uma delas.



**Figura 5.10 – Cadastro das iniciativas estratégias potenciais e do resultado da análise de viabilidade dessas iniciativas na ferramenta de apoio.**

Após a identificação das iniciativas estratégicas potenciais, deve-se então analisar a viabilidade de cada uma e selecionar aquelas que serão de fato implementadas originando um novo conjunto de iniciativas estratégicas para cada objetivo estratégico definido. Para cada iniciativa estratégica selecionada deve-se planejar a implementação definindo: (i) Prioridade: prioridade da iniciativa estratégica em relação às demais iniciativas; (ii) Responsável: responsável pela implementação da iniciativa (nível tático); e (iii) Recursos: recursos financeiros disponíveis para a implementação. A Tabela 5.6 mostra um exemplo de planejamento das iniciativas selecionadas para um objetivo estratégico.

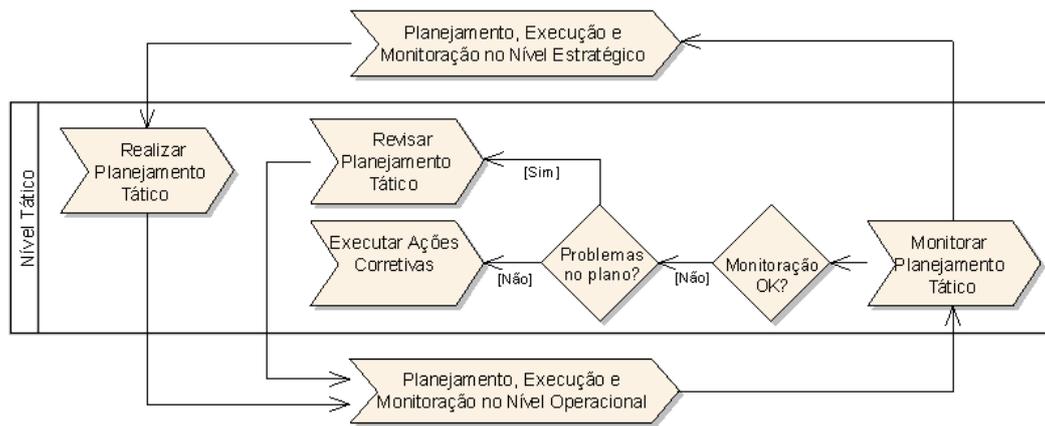
**Tabela 5.6 - Exemplo de planejamento de iniciativas estratégicas selecionadas para um objetivo estratégico**

<b>Objetivo Estratégico:</b>	Melhorar Qualidade dos Produtos de Software		
<b>Iniciativa Estratégica</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Responsável</b>	<b>Recursos</b>
Implantar Nível F do modelo de maturidade MR-MPS	1	Setor de Software	R\$: 100.000
Adotar novas tecnologias de apoio aos testes dos produtos de software	2	Setor de Software	R\$: 40.000

Para finalizar o planejamento estratégico é necessário analisar os objetivos estratégicos, as iniciativas estratégicas e os indicadores definidos para identificar e documentar possíveis interações entre os objetivos estratégicos. Cada interação deve ser descrita conforme definido no modelo de informação proposto.

### 5.3.2 Método para Planejamento Tático

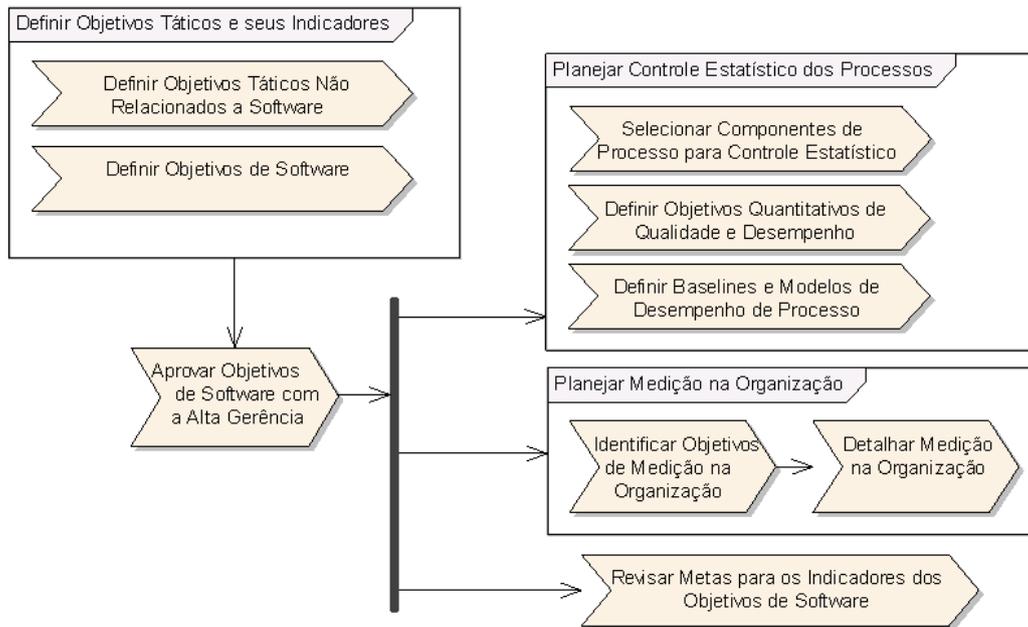
O planejamento estratégico dá origem a iniciativas estratégicas planejadas e atribuídas aos responsáveis no nível tático da organização e, neste nível, cada responsável realiza um planejamento tático para implementação das iniciativas estratégicas sob sua responsabilidade, a partir dos objetivos estratégicos relacionados a essas iniciativas. A Figura 5.11 apresenta a visão geral do nível tático.



**Figura 5.11 – Contexto de definição, monitoração e revisão do planejamento tático.**

A primeira etapa no nível tático é realizar o planejamento deste nível que serve como base para o planejamento operacional. A partir dos dados de execução e monitoração no nível operacional, o planejamento tático é monitorado e caso seja detectado algum desvio, o problema é analisado para determinar se é necessário executar ações para corrigir o desvio ou se o planejamento tático precisa ser revisado. Os dados de execução no nível tático também são usados para monitoração do nível estratégico conforme descrito na seção anterior. O método para planejamento tático é composto das etapas mostradas na Figura 5.12.

No nível tático é necessário detalhar os objetivos estratégicos de modo a torná-los mais facilmente gerenciáveis por este nível. O planejamento tático se inicia, então, com o detalhamento dos objetivos estratégicos em objetivos táticos. Cada setor responsável deve identificar os objetivos táticos da organização a serem derivados dos objetivos estratégicos associados às suas iniciativas.



**Figura 5.12 – Etapas do planejamento tático.**

Como o foco deste trabalho é no planejamento tático em organizações de software, o método proposto trata do detalhamento somente dos objetivos táticos relacionados aos produtos e processos de software, denominados objetivos de software, como definido no modelo de informação proposto. Porém, para permitir a monitoração adequada dos objetivos estratégicos, é recomendável identificar os objetivos táticos não relacionados a software e seus indicadores de monitoração. O objetivo tático não relacionado a software faz parte do modelo de informação proposto e deve ser descrito conforme este modelo. Estes objetivos e seus indicadores também devem ser analisados para identificar e documentar possíveis interações entre eles, que devem ser descritas conforme definido no modelo de informação.

A Figura 5.13 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os objetivos táticos não relacionados a software.

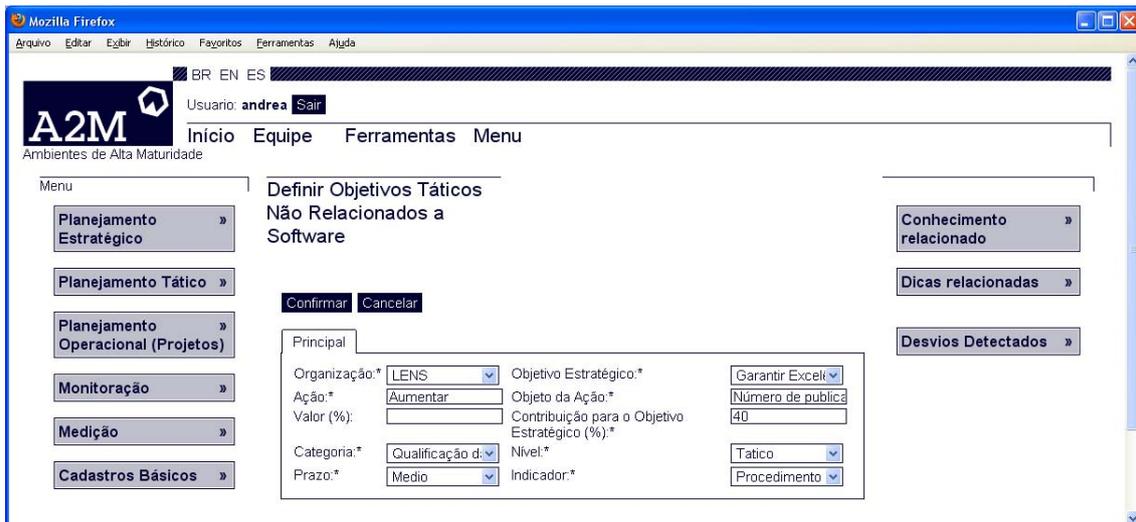


Figura 5.13 – Cadastro de um objetivo tático não relacionado a software na ferramenta de apoio.

Os objetivos táticos relacionados a software, denominados objetivos de software, também devem ser definidos. Para facilitar o acompanhamento dos objetivos de software e permitir maior visibilidade dos resultados, o método propõe a definição de objetivos de software de médio prazo e de curto prazo, conforme definido no modelo de informação. A Tabela 5.7 apresenta exemplos de objetivos de software de médio prazo.

Tabela 5.7 - Exemplo de objetivos de software de médio prazo

Objetivo Estratégico Relacionado:		Melhorar Qualidade dos Produtos de Software	
Objetivo de Software de Médio Prazo			
Ação	Valor	Objeto da ação	Contribuição
Implantar	-	Nível C do modelo MR-MPS	40%
Reduzir	10%	Densidade de defeitos	60%

Objetivo Estratégico Relacionado:		Aumentar Satisfação dos Clientes	
Objetivo de Software de Médio Prazo			
Ação	Valor	Objeto da ação	Contribuição
Reduzir	30%	Custo de desenvolvimento dos produtos de software	100%

A Figura 5.14 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os objetivos de software de médio prazo.



**Figura 5.14 – Cadastro de um objetivo de software de médio prazo na ferramenta de apoio.**

Cada objetivo de software de médio prazo deve ser detalhado em um objetivo de software de curto prazo que indique um pequeno marco no acompanhamento do objetivo de software de médio prazo. Periodicamente o planejamento tático é revisado e então alguns objetivos de software que eram de médio prazo podem se tornar objetivos de curto prazo. Para ilustrar, uma organização poderia ter como objetivo de software de médio prazo implantar o nível C do modelo de MR-MPS e no curto prazo, implantar o nível G deste mesmo modelo. A definição de um objetivo de software de curto prazo deve descrever as informações definidas para este conceito no modelo de informação. Os indicadores de monitoração para cada objetivo de software também devem ser definidos e então estes objetivos e seus indicadores também devem ser analisados para identificar e documentar possíveis interações entre eles, que devem ser descritas conforme definido no modelo de informação. A Tabela 5.8 exemplifica possíveis objetivos de software de curto prazo.

**Tabela 5.8 - Exemplo de objetivos de software de curto prazo**

Ação	Valor	Objeto da ação	Objetivo de Software de Médio Prazo Relacionado
Implantar	-	Nível G do modelo MR-MPS	Implantar Nível C do modelo MR-MPS
Reduzir	5%	Densidade de defeitos no produto	Reduzir em 10% a densidade de defeitos no produto
Reduzir	15%	Esforço de desenvolvimento dos produtos de software	Reduzir em 30% o esforço de desenvolvimento dos produtos de software

A Figura 5.15 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os objetivos de software de curto prazo.



Figura 5.15 – Cadastro de um objetivo de software de curto prazo na ferramenta de apoio.

A definição dos objetivos de software de médio prazo e o detalhamento em objetivos de software de curto prazo podem envolver decisões importantes para a organização que necessitem da aprovação da alta gerência. Sendo assim, após a definição desses objetivos pode ser necessário apresentá-los à alta gerência garantindo a aprovação e o comprometimento. Esta etapa pode não ser necessária, dependendo da formalidade entre os níveis da organização, do grau de autonomia do nível tático ou mesmo da participação da alta gerência na definição desses objetivos.

Especificamente no *Cenário com alta maturidade*, após a definição dos objetivos de software, a aplicação do método proposto envolve planejar o controle estatístico dos processos de software. O controle estatístico dos processos demanda tempo e acrescenta custos à organização e, por isso, não precisa ser aplicado a todos os processos de software da organização. A etapa de planejamento do controle estatístico dos processos se inicia, então, com a seleção dos componentes de processo (subprocessos), que poderão ser controlados estatisticamente, dentre aqueles que compõem os processos de software da organização. Essa seleção deve ser baseada nos objetivos de software definidos, dentre outras considerações. A Figura 5.16 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os componentes de processo selecionados para o controle estatístico.



**Figura 5.16 – Registro de um componente de processo selecionado para o controle estatístico na ferramenta de apoio.**

Também fazem parte deste planejamento a definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho e a definição de *baselines* e modelos de desempenho dos processos de software, conforme estabelecem os modelos de maturidade CMMI-DEV (SEI, 2010) e MR-MPS (SOFTEX, 2009). Estas etapas são executadas concomitantemente de forma iterativa, pois a seleção dos componentes de processo pode impactar a definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho que, por sua vez, podem restringir a definição das *baselines* e modelos de desempenho, que também podem influenciar a seleção dos componentes de processo.

As *baselines* de desempenho dos processos, quando já estabelecidas, determinam a capacidade da organização com relação aos componentes de processos estabilizados. No entanto, a organização pode buscar alcançar uma capacidade melhor do que aquela que é atualmente conhecida. Assim, mesmo conhecendo a sua capacidade atual, uma organização pode especificar requisitos de capacidade que vão além da capacidade conhecida. A especificação dos requisitos de capacidade desejados pela organização se dá na definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho.

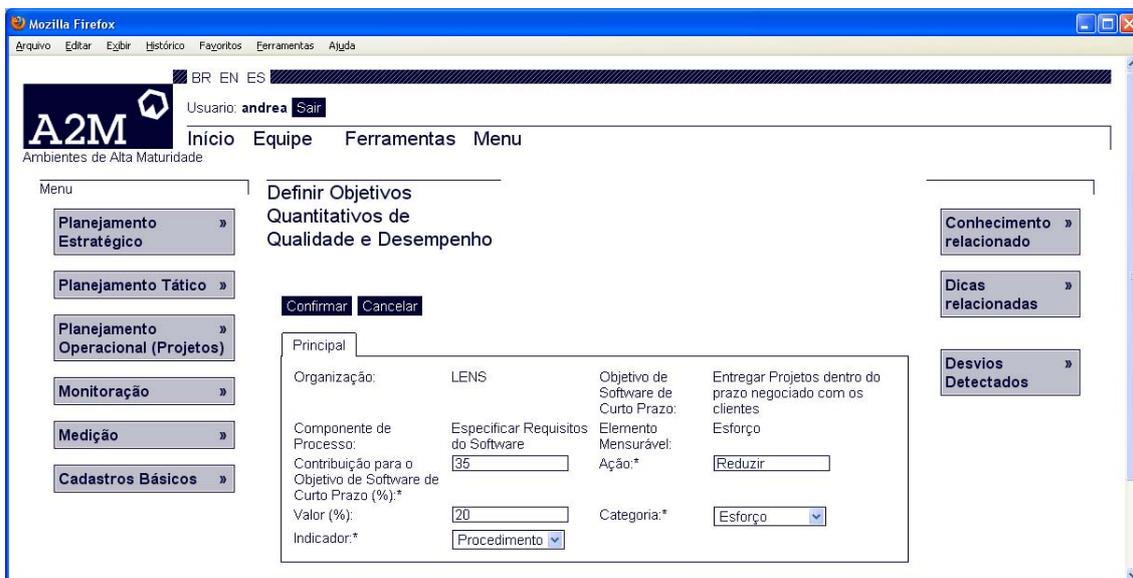
Quando a organização está iniciando a adoção do controle estatístico de processos, ela ainda não conhece o comportamento de seus processos suficientemente para determinar as *baselines* de desempenho dos processos. Assim, na primeira definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho, os requisitos de capacidade desejados pela organização devem ser definidos especificando o desempenho esperado, porém, ainda não será possível avaliar se a organização realmente é capaz de alcançar esse desempenho.

A definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho deve ser feita segundo as informações descritas no modelo de informação, sendo necessário definir indicadores para a monitoração desses objetivos. A definição do procedimento de análise e dos critérios de decisão associados ao indicador deve considerar as *baselines* de desempenho definidas (que descrevem a capacidade dos processos), conforme descrito na seção 5.2.1. A Tabela 5.9 exemplifica possíveis objetivos quantitativos de qualidade e desempenho.

**Tabela 5.9 - Exemplo de objetivos quantitativos de qualidade e desempenho**

Objetivo de Software de Curto Prazo Relacionado:	Reduzir em 15% o esforço de desenvolvimento dos produtos de software			
Componente de Processo	Ação	Valor	Elemento Mensurável	Contribuição
Especificação de Requisitos	Reduzir	20%	Esforço	35%
Construção do Produto	Reduzir	15%	Esforço	65%

A Figura 5.17 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho.



**Figura 5.17 – Cadastro de um objetivo quantitativo de qualidade e desempenho na ferramenta de apoio.**

Para a definição das *baselines* de desempenho de processo deve-se analisar o comportamento dos componentes de processo selecionados, com base nos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho e nas medições existentes. A partir das *baselines* definidas, deve-se definir os modelos de desempenho analisando os atributos

de processo relacionados aos componentes com *baselines* estabelecidas e modelando as relações existentes entre esses atributos de modo que possam ser usadas para prever resultados futuros.

Vale destacar que o método proposto neste trabalho não tem o intuito de apoiar a definição das *baselines* de desempenho nem a definição dos modelos de desempenho, mas somente contextualizar essas etapas no planejamento tático alinhado ao planejamento estratégico e na definição dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho.

Tanto no *Cenário com alta maturidade* como no *Cenário sem alta maturidade*, a monitoração de cada um dos objetivos definidos é fortemente relacionada às medições realizadas nos projetos e na organização. Por isso, o planejamento da medição na organização faz parte do planejamento tático, sendo executado em paralelo com o planejamento do controle estatístico dos processos, se existir.

A etapa de planejamento da medição consiste em identificar os objetivos de medição dentre os objetivos de software de curto prazo e os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho. Assim, o método proposto não prevê a definição de um conceito para um objetivo de medição e sim a identificação dos objetivos de medição dentre os objetivos de software de curto prazo e objetivos quantitativos de qualidade e desempenho já definidos.

Para finalizar o planejamento da medição é necessário detalhar este planejamento derivando as medidas a partir dos objetivos de medição identificados, descrevendo detalhadamente quais medidas serão coletadas e como coletá-las e analisá-las. A literatura apresenta algumas propostas para derivar medidas a partir de objetivos como, por exemplo, o GQM (BASILI *et al.*, 1994).

A monitoração dos objetivos de software se dá através dos indicadores associados a esses objetivos, conforme descrito na etapa de definição desses objetivos. Porém, as metas para esses indicadores devem ser revisadas ao final do planejamento tático, pois o controle estatístico dos processos, se aplicado, e a medição na organização podem influenciar essas metas. Então, para concluir o planejamento tático relativo aos produtos e processos de software, é necessário revisar as metas para os indicadores associados aos objetivos de software definidos.

### 5.3.3 Método para Planejamento Operacional

O método para o planejamento operacional prevê a execução de algumas etapas a partir dos dados do planejamento tático, conforme a visão geral exibida na Figura 5.18. A primeira etapa do nível operacional é o planejamento dos projetos à medida que novos projetos são iniciados na organização. Após o planejamento, cada projeto é então executado e monitorado. Caso seja detectado algum desvio, o problema é analisado para determinar se é necessário executar ações para corrigir o desvio ou se o planejamento dos projetos precisa ser revisado. Os dados de execução dos projetos também são usados para monitoração do nível tático conforme descrito na seção anterior.

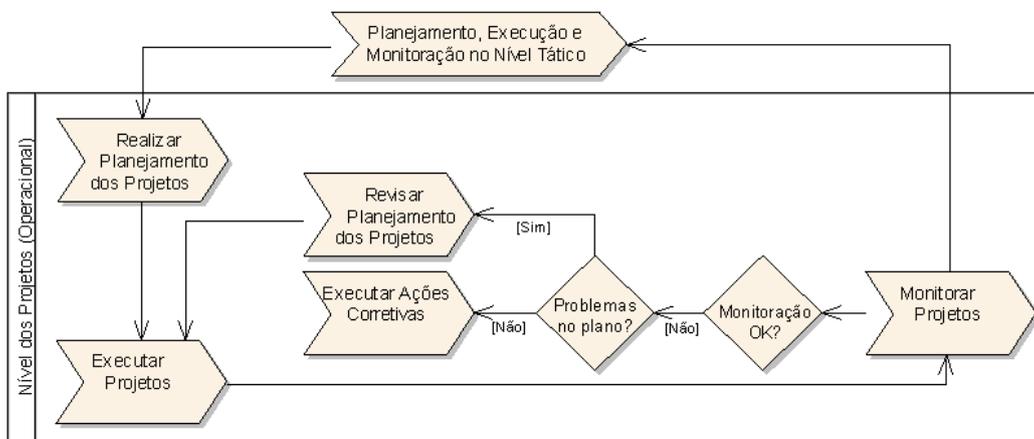


Figura 5.18 – Contexto de definição, monitoração e revisão do planejamento operacional.

O planejamento do projeto envolve várias etapas, porém, o foco deste trabalho é o planejamento relacionado aos objetivos do projeto, ao controle estatístico de processos e à medição. A Figura 5.19 apresenta as etapas do planejamento do projeto com este foco.

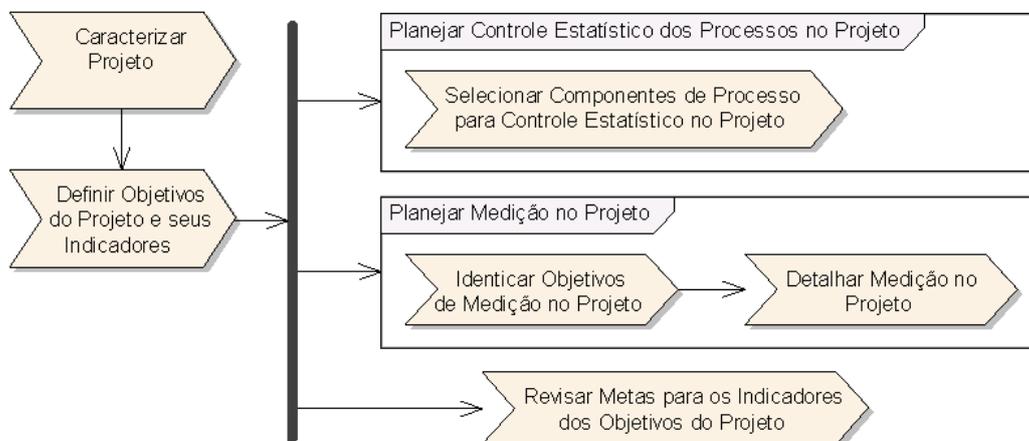


Figura 5.19 – Etapas do planejamento do projeto.

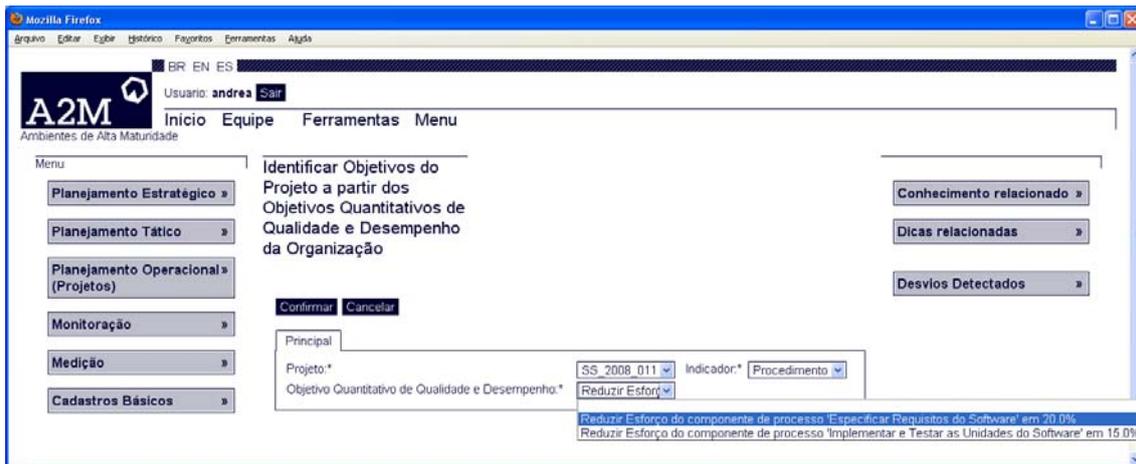
Cada projeto possui características específicas que precisam ser consideradas. Assim, o planejamento de um projeto se inicia com sua caracterização, que define, entre outras informações, o percentual de contribuição do projeto para a organização. Essa informação é importante para determinar o alcance dos objetivos táticos e estratégicos considerando cada projeto em execução na organização.

Uma vez caracterizado o projeto, é preciso definir seus objetivos. Os objetivos do projeto inicialmente são identificados dentre os objetivos de software de curto prazo e os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho (se esses objetivos foram definidos no planejamento tático) buscando aqueles que são aplicáveis ao projeto. Para assegurar o alinhamento dos projetos ao planejamento tático, que por sua vez está alinhado ao planejamento estratégico, a princípio todos os objetivos de software de curto prazo e todos os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho devem ser considerados objetivos do projeto. Em situações específicas onde algum desses objetivos não seja aplicável ao projeto, uma justificativa deve ser formalizada.

A Figura 5.20 e a Figura 5.21 apresentam as telas da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo as funcionalidades que permitem registrar os objetivos do projeto identificados a partir de um objetivo de software de curto prazo e aqueles identificados a partir de um objetivo quantitativo de qualidade e desempenho.



**Figura 5.20 – Cadastro de um objetivo do projeto a partir de um objetivo de software de curto prazo na ferramenta de apoio.**



**Figura 5.21 – Cadastro de um objetivo do projeto a partir de um objetivo quantitativo de qualidade e desempenho na ferramenta de apoio.**

Devido às especificidades de cada projeto, um determinado projeto pode desejar especificar requisitos de capacidade para o processo do projeto diferentes daqueles pré-definidos para a organização. Para isso é preciso definir novos procedimentos de análise e critérios de decisão associados aos indicadores de monitoração dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho pré-definidos, conforme descrito na seção 5.2.1, refletindo os novos requisitos de capacidade. No entanto, caso essa alteração estabeleça requisitos de capacidade que vão além da capacidade conhecida para a organização, provavelmente esses requisitos não poderão ser atendidos. Apesar disso, o método aqui apresentado permite que essa alteração seja feita com o intuito de apoiar a monitoração do atendimento a esses requisitos, caso a organização julgue pertinente assumir o risco associado ao não atendimento dos requisitos especificados.

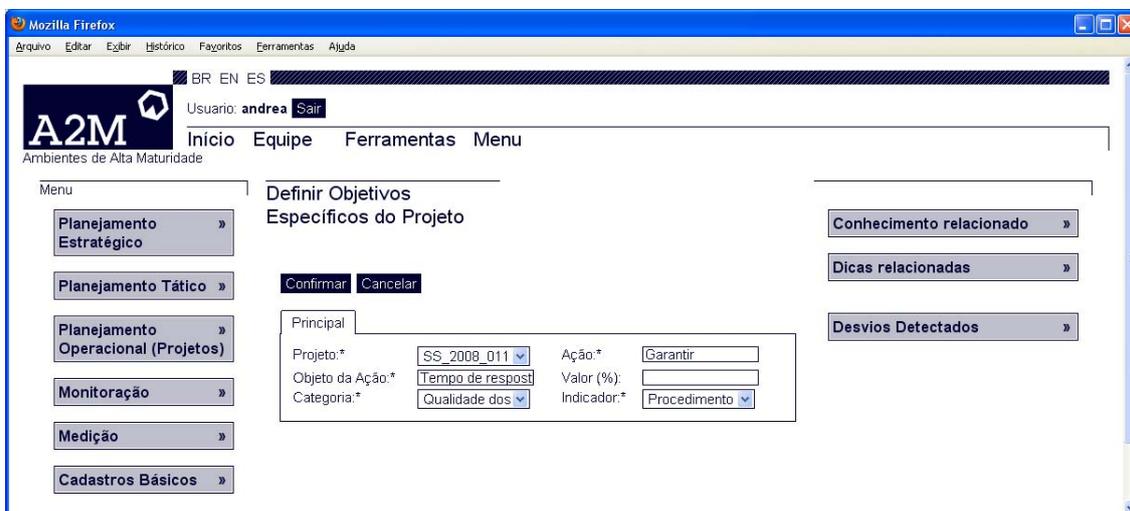
A definição dos objetivos do projeto também considera as necessidades do projeto, suas características e restrições e os requisitos do cliente. Assim, a análise dessas informações específicas do projeto pode originar novos objetivos do projeto, independentemente dos objetivos de software da organização. Desta forma, a implementação dos objetivos de software da organização é assegurada nos projetos, mas esta não restringe os projetos, permitindo que as necessidades específicas não tratadas pelos objetivos da organização sejam atendidas. Um novo objetivo do projeto é um conceito definido no modelo de informação e deve ser descrito tal como definido neste modelo. Os indicadores de monitoração para cada objetivo do projeto devem ser definidos e, então, estes objetivos e seus indicadores também devem ser analisados para identificar e documentar possíveis interações entre eles, que devem ser descritas

conforme definido no modelo de informação. A Tabela 5.10 exemplifica um conjunto de objetivos do projeto considerando a aplicabilidade dos objetivos de software de curto prazo e objetivos quantitativos de qualidade e desempenho e também as necessidades específicas do projeto.

**Tabela 5.10 - Exemplo de objetivos do projeto**

Ação	Valor	Objeto da ação	Objetivo Relacionado
Implantar	-	Nível G do modelo MR-MPS	Implantar Nível G do modelo MR-MPS (Objetivo de Software de Curto Prazo)
Reduzir	5%	Densidade de defeitos no produto	Reduzir em 5% a densidade de defeitos no produto (Objetivo de Software de Curto Prazo)
Reduzir	20%	Esforço na Especificação de Requisitos	Reduzir em 20% o esforço na Especificação de Requisitos (Objetivo Quantitativo de Qualidade e Desempenho)
Reduzir	15%	Esforço na Construção do Produto	Reduzir em 15% o esforço na Construção do Produto (Objetivo Quantitativo de Qualidade e Desempenho)
Garantir	-	Tempo de resposta máximo do produto de 5 segundos	-

A Figura 5.22 apresenta a tela da ferramenta de apoio à execução do método, descrevendo a funcionalidade que permite registrar os objetivos específicos do projeto.



**Figura 5.22 – Cadastro de um objetivo específico do projeto na ferramenta de apoio.**

Especificamente no *Cenário com alta maturidade*, a aplicação do método proposto em cada projeto envolve planejar como controlar estatisticamente os processos durante sua execução. O planejamento do controle estatístico dos processos em um projeto se inicia com a identificação dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho que

serão aplicados ao projeto. Esta etapa é executada juntamente com a etapa de definição dos objetivos do projeto, que considera os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho definidos no planejamento tático.

Também faz parte deste planejamento a seleção dos componentes de processo que serão controlados estatisticamente no projeto. No método proposto, essa seleção é feita quando os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho, que especificam os componentes de processo a serem controlados estatisticamente, são aplicados ao projeto.

Tanto no *Cenário com alta maturidade* como no *Cenário sem alta maturidade*, a monitoração de cada um dos objetivos definidos é fortemente relacionada às medições. Por isso, a etapa de planejamento da medição no projeto faz parte do planejamento do projeto, sendo executada em paralelo com o planejamento do controle estatístico dos processos, se existir.

A etapa de planejamento da medição no projeto consiste em identificar os objetivos de medição no projeto dentre os objetivos do projeto. Assim, o método proposto não prevê a definição de um conceito para um objetivo de medição no projeto e sim a identificação dos objetivos de medição no projeto dentre os objetivos do projeto já definidos.

Para finalizar o planejamento da medição no projeto, deve-se identificar as medidas relacionadas aos objetivos de medição do projeto e planejar como cada medida será coletada e analisada.

Ao concluir o planejamento dos projetos, as metas para os indicadores associados aos objetivos do projeto precisam ser revisadas, sendo importante verificar a consistência entre essas metas definidas e os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho aplicados ao projeto.

#### **5.3.4 Aplicação do Método Proposto a Partir do Nível Tático**

Conforme descrito nas seções anteriores, o método proposto neste trabalho se inicia com a elaboração do planejamento estratégico. No entanto, em situações nas quais a organização já tenha elaborado o seu planejamento estratégico, o método pode ser aplicado a partir do nível tático, viabilizando o alinhamento das melhorias de software aos objetivos de negócio.

Nesse contexto, a organização somente precisa descrever, conforme as orientações apresentadas no modelo de informação proposto neste trabalho, seus objetivos

estratégicos já definidos e associar indicadores de monitoração. A partir disso, o planejamento tático e o planejamento operacional podem ser realizados segundo o método proposto.

Além disso, toda a infra-estrutura de monitoração de objetivos e também a estratégia de recomendação de ações corretivas propostas neste trabalho podem ser utilizadas, uma vez que os objetivos dos três níveis serão definidos com as informações necessárias e os indicadores de monitoração de cada objetivo estarão identificados.

#### **5.4 Aplicação do Método Proposto em uma Organização**

Com o intuito de analisar a viabilidade de uso, o modelo e o método propostos neste trabalho foram utilizados no contexto da área de qualidade do Laboratório de Engenharia de Software (LENS) da COPPE/UFRJ. O LENS foi avaliado com sucesso segundo o nível E do MR-MPS e, no momento da aplicação do método proposto, estava iniciando esforços visando a alta maturidade.

Ao iniciar essa preparação para a alta maturidade, a necessidade de se ter um planejamento estratégico foi identificada pela alta gerência e, o método proposto neste trabalho foi então aplicado, com o objetivo de se obter um planejamento estratégico que orientasse as melhorias a serem implementadas focando no alcance da alta maturidade na organização. Vale destacar que a área de qualidade do LENS não havia elaborado um planejamento estratégico anteriormente.

Essa execução se mostrou uma excelente oportunidade para avaliar o método, por contar com alunos de mestrado, doutorado e doutores que além de serem experientes na academia, também possuem experiência na indústria. Além disso, enquanto alguns participantes nunca haviam participado da elaboração de um planejamento estratégico, outros já haviam passado por essa experiência várias vezes.

Como instrumento de apoio à execução do método, modelos de documentos foram desenvolvidos de modo a facilitar o registro e a padronização da documentação das informações definidas a cada etapa.

Foram realizadas algumas reuniões com a participação do nível estratégico e do nível tático do LENS onde cada etapa do planejamento estratégico segundo o método proposto foi executada, começando com a caracterização da organização e a definição da missão e visão da organização seguindo com a execução dos demais passos.

Durante o planejamento estratégico foram identificados cinco objetivos estratégicos, oito fatores externos, três pontos fortes e dois pontos fracos que impactavam os objetivos estratégicos. A partir dessas análises externa e interna, foram planejadas dezoito iniciativas estratégicas. A Tabela 5.11 apresenta dois dos cinco objetivos estratégicos que foram identificados para o LENS.

**Tabela 5.11 – Alguns objetivos estratégicos definidos para o LENS**

<b>Objetivos Estratégicos definidos para o LENS</b>		
<b>Ação</b>	<b>Objeto da Ação</b>	<b>Perspectiva</b>
Atingir	Nível A de maturidade do MR-MPS	Processos Internos
Manter	Excelência da Equipe	Aprendizado e Crescimento Profissional

Após a conclusão do planejamento estratégico, a execução da abordagem continuou com a elaboração do planejamento tático, que contou com a participação da alta gerência. No nível tático, os objetivos estratégicos deram origem aos objetivos de software da organização que orientam o planejamento do controle estatístico dos processos. Porém, foi percebido que antes de iniciar o planejamento do controle estatístico dos processos de software era necessário tratar alguns problemas já identificados e que poderiam prejudicar o alcance dos objetivos de software definidos. A partir dessa constatação, foram definidos planos de ação para tratar os problemas identificados a serem executados antes de continuar o planejamento tático.

Foi interessante perceber que durante o planejamento estratégico já foi possível identificar problemas que poderiam afetar o alcance dos objetivos estratégicos e, antes mesmo de concluir as etapas do planejamento estratégico, decisões foram tomadas pelo nível estratégico e notificadas à organização. A reflexão sobre a visão da organização e seus objetivos estratégicos confrontada com a realidade percebida com as análises externa e interna já foi capaz de identificar situações críticas para o alcance da visão e orientar a tomada de decisões para viabilizar o alcance dos objetivos estratégicos.

O planejamento estratégico contou com a participação de catorze pessoas e ao concluir as etapas do planejamento, foi solicitado aos participantes que respondessem um questionário sobre o método aplicado, tendo um percentual de resposta de 86%. A análise qualitativa das informações contidas nos questionários mostrou que as pessoas que participaram esperavam grandes benefícios com a execução do planejamento realizado, talvez até por já terem percebido a tomada de decisões importantes durante a elaboração do planejamento estratégico.

Especificamente com relação ao método utilizado, na percepção dos participantes a seqüência dos passos se mostrou adequada. Segundo os participantes, o uso de um método para orientar as etapas e um modelo de informação para identificar as informações que deveriam ser descritas se mostrou bastante interessante, pois facilitou o planejamento estratégico, guiando as discussões e evitando longas reuniões para se chegar às definições necessárias.

Foram identificadas várias melhorias, tanto no método como no modelo de informação propostos, o que permitiu uma evolução da proposta. As melhorias identificadas foram analisadas e implementadas, dando origem à versão do método e do modelo descrita neste capítulo.

## **5.5 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentado o método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, destacando-se a aplicação deste método tanto ao *Cenário sem alta maturidade* como ao *Cenário com alta maturidade*. A ferramenta de apoio à execução do método proposto desenvolvida neste trabalho também foi apresentada ao longo da descrição do método.

O modelo de informação que apóia a aplicação do método proposto também foi descrito e uma experiência de aplicação do método proposto em uma organização de software foi relatada.

O próximo capítulo apresenta o segundo componente da abordagem proposta: a Infra-estrutura para Monitoração dos Objetivos definidos.

## **CAPÍTULO 6 – Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software**

### **6.1 Introdução**

Este capítulo apresenta a infra-estrutura de apoio à monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos nos níveis estratégico, tático e operacional, um dos componentes da abordagem para definição e gerência de objetivos de software proposta neste trabalho. Conforme descrito no Capítulo 4, a infra-estrutura proposta se aplica a dois cenários: (i) *Cenário sem alta maturidade* e (ii) *Cenário com alta maturidade*.

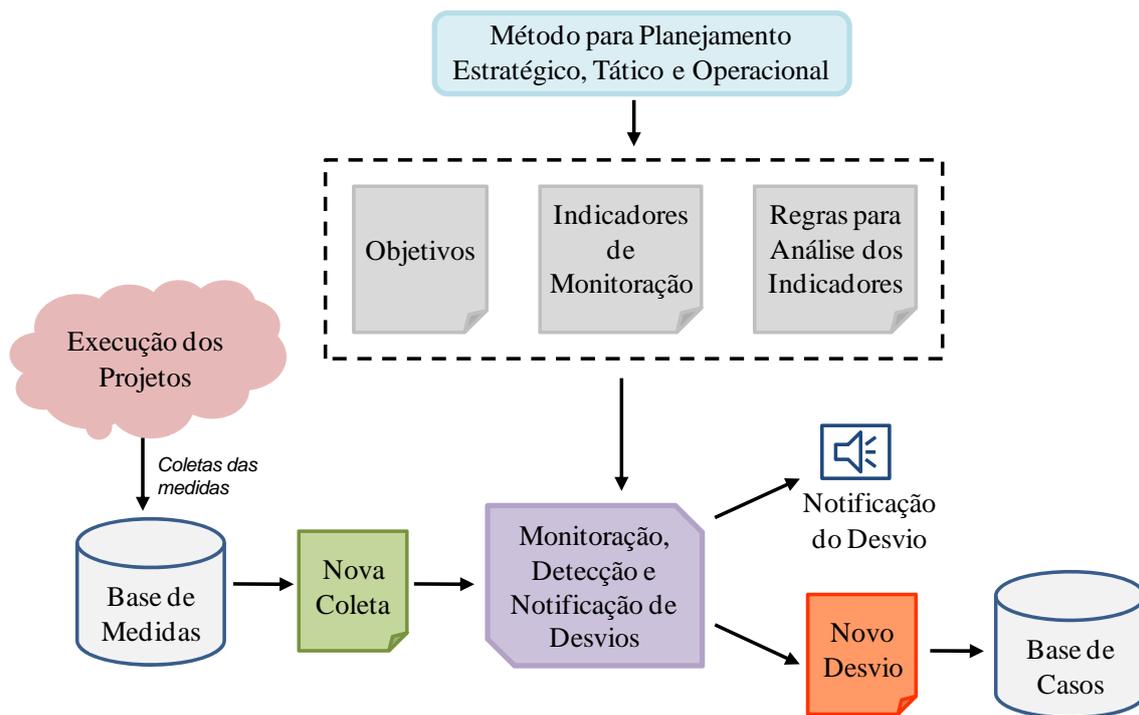
Um ambiente de apoio à monitoração dos objetivos foi desenvolvido, conforme descrito no Capítulo 4, e ao longo da descrição da infra-estrutura esse ambiente é apresentado.

A seção 6.2 apresenta a infra-estrutura proposta para a monitoração dos objetivos definidos. Na seção 6.3, a aplicação dessa infra-estrutura especificamente no *Cenário com Alta Maturidade* é descrita. A seção 6.4 apresenta alguns resultados da aplicação da infra-estrutura proposta no contexto de duas organizações de software e, por fim, as considerações finais deste capítulo são apresentadas na seção 6.5.

### **6.2 Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software**

Conforme descrito no Capítulo 5, durante os planejamentos estratégico, tático e operacional alguns objetivos são definidos e, para cada objetivo, um indicador de monitoração é associado.

A infra-estrutura proposta visa acompanhar continuamente os indicadores associados aos objetivos com o intuito de detectar desvios e então notificar a ocorrência desses desvios. A Figura 6.1 apresenta a infra-estrutura proposta.



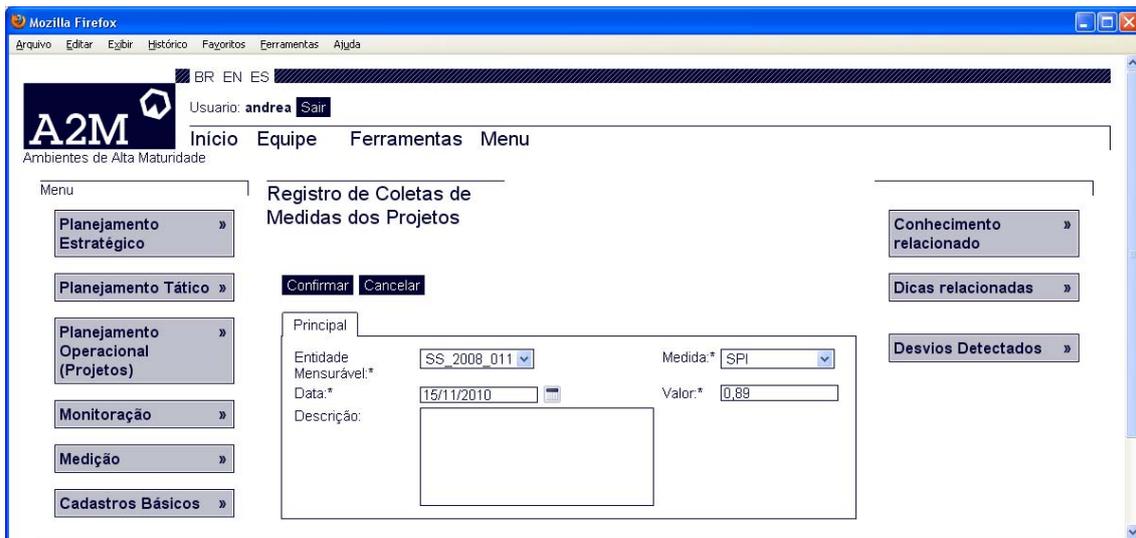
**Figura 6.1 – Infra-estrutura para Monitoração dos Objetivos**

Durante a execução dos projetos, as medidas identificadas no planejamento da medição são coletadas e armazenadas na base de medidas. A infra-estrutura proposta acompanha continuamente todas as medidas coletadas na organização, verifica se a medida que está sendo coletada é usada para monitorar algum objetivo e, caso afirmativo, analisa o valor coletado de modo a detectar desvios potenciais ou desvios reais. A análise das medidas coletadas e a detecção dos desvios são baseadas nas regras para análise dos indicadores de monitoração (critérios de decisão) detalhadas juntamente com a definição dos objetivos e indicadores, conforme descrito no Capítulo 5. Essa infra-estrutura é pró-ativa uma vez que ela também auxilia na detecção de desvios potenciais, isto é, desvios que ainda não ocorreram, mas que estejam próximos de ocorrer.

Para cada coleta registrada que está associada a uma medida usada para monitoração de algum objetivo, cada regra definida para análise do indicador, descrita no procedimento de análise associado ao objetivo, é verificada de modo a identificar aquela que é atendida pelo valor coletado. A partir disso, se a regra atendida *não* está associada a um tipo de desvio (potencial ou real), a análise da coleta é finalizada e o valor coletado é interpretado como aceitável. Por outro lado, se a regra atendida está

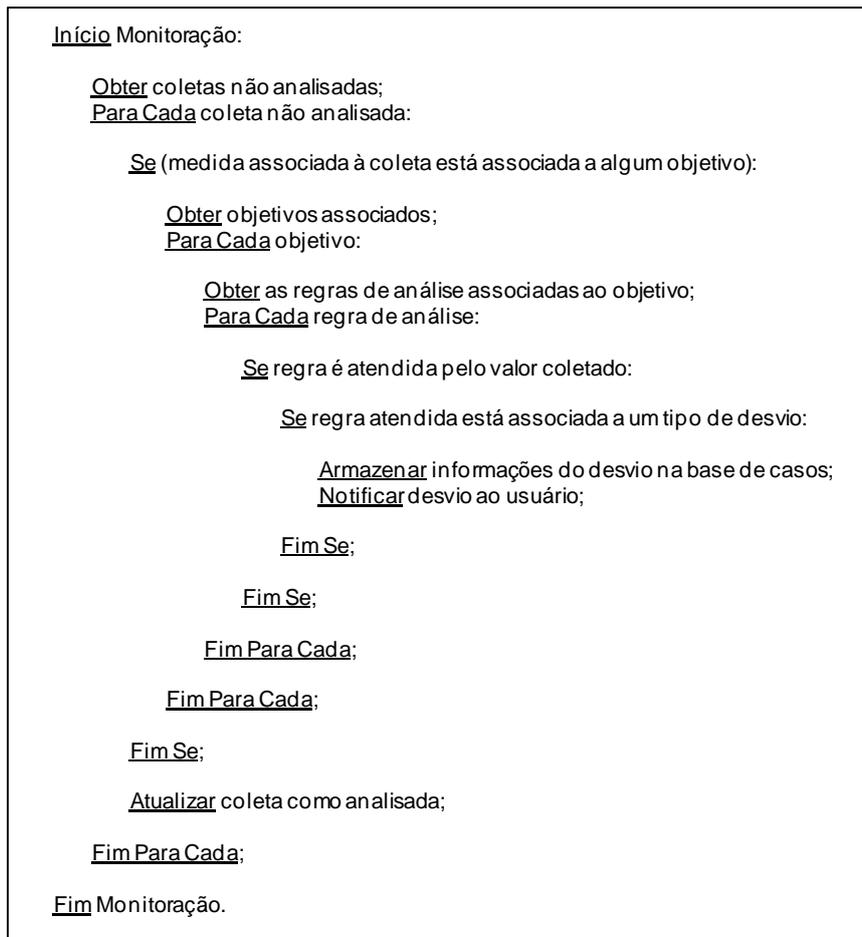
associada a um tipo de desvio, o desvio é detectado, armazenado na base de casos (detalhada no Capítulo 7) e então notificado ao usuário.

A infra-estrutura proposta foi implementada em um ambiente de apoio à monitoração dos objetivos, utilizando as funcionalidades básicas disponibilizadas na *Infra-estrutura A2M*, conforme descrito no Capítulo 4. A Figura 6.2 apresenta a tela desse ambiente descrevendo a funcionalidade de registro de um valor coletado para uma medida de um projeto.



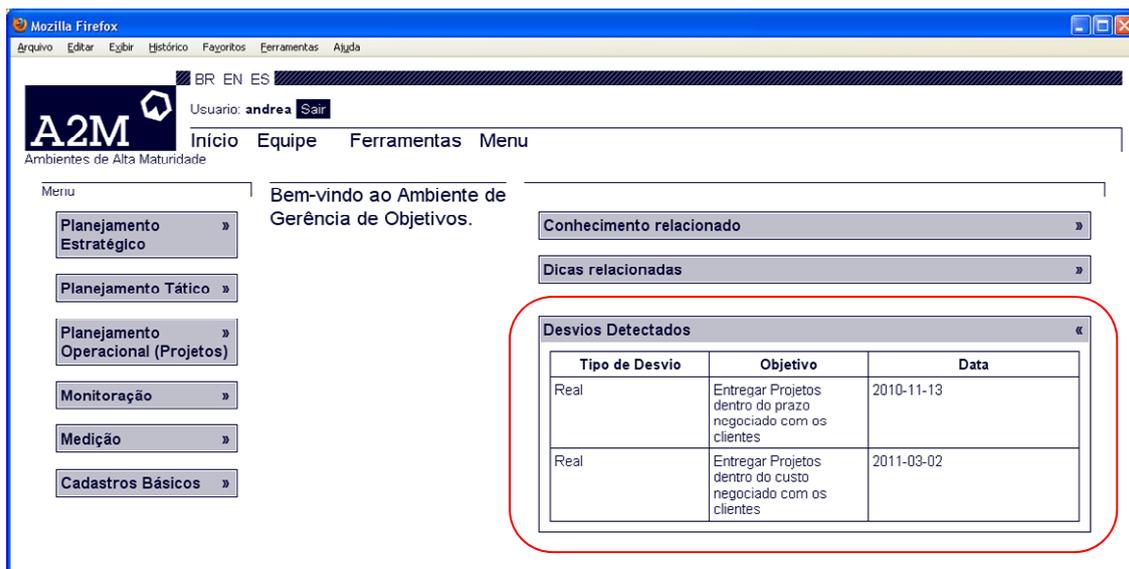
**Figura 6.2 – Registro da coleta de uma medida para um projeto no ambiente de apoio à monitoração dos objetivos.**

Para viabilizar o acompanhamento contínuo das medidas coletadas no ambiente de apoio à monitoração dos objetivos, um agente foi implementado. Esse agente é responsável por monitorar continuamente a base de medidas à procura de novas coletas que precisem ser analisadas. A Figura 6.3 descreve os passos principais do algoritmo implementado por esse agente.



**Figura 6.3 – Algoritmo de monitoração de coletas, análise, detecção e notificação de desvios**

Cada desvio detectado é armazenado na base de casos (detalhada no Capítulo 7) e notificado ao usuário. A Figura 6.4 apresenta a tela do ambiente de apoio à monitoração dos objetivos destacando a funcionalidade notificação de dois desvios detectados.



**Figura 6.4 – Notificação de dois desvios detectados no ambiente de apoio à monitoração dos objetivos.**

### **6.3 Uso da Infra-estrutura Proposta no Cenário *com* Alta Maturidade**

A infra-estrutura proposta também é aplicável ao *Cenário com Alta Maturidade*, uma vez que todos os objetivos definidos ao longo da aplicação do método para planejamento estratégico, tático e operacional são monitorados pela infra-estrutura.

Especificamente nesse cenário, a infra-estrutura proposta apóia a gerência quantitativa e estatística dos projetos. Para isso, é necessário que os objetivos quantitativos de qualidade e desempenho sejam definidos com base no conhecimento sobre a estabilidade e a capacidade dos componentes de processo, conforme detalhado no Capítulo 5. Além disso, as regras de análise dos indicadores de monitoração desses objetivos devem especificar os requisitos de capacidade desejados para o componente de processo associado ao objetivo quantitativo de qualidade e desempenho.

Nesse cenário, qualquer valor coletado que esteja fora dos limites de controle conhecidos para o componente de processo que está sendo gerenciado estatisticamente serão interpretados com um desvio real pela infra-estrutura, que imediatamente notificará a ocorrência do desvio.

## 6.4 Experiências de Aplicação da Infra-estrutura Proposta

Com o objetivo de caracterizar a viabilidade de uso da infra-estrutura para monitoração dos objetivos proposta neste trabalho, ao longo do desenvolvimento dessa proposta foram realizadas experiências de aplicação dessa infra-estrutura no contexto de duas organizações de software.

Essas experiências utilizaram um processo *off-line*, uma vez que, devido a limitações para disponibilizar o ambiente desenvolvido no contexto real das duas organizações, optou-se por solicitar que as organizações enviassem ao pesquisador as informações dos objetivos definidos e das medidas coletadas durante a monitoração desses objetivos. A partir disso, essas informações foram submetidas ao ambiente de monitoração desenvolvido, para que os desvios, potenciais ou reais, fossem detectados. Foram considerados 3 indicadores distintos, monitorados em 10 projetos através de 94 coletas. Essas informações permitiram que a infra-estrutura proposta detectasse, armazenasse e notificasse 40 desvios. A Tabela 6.1 apresenta os dados considerados nas duas experiências.

**Tabela 6.1 - Dados considerados nas experiências de aplicação da infra-estrutura para monitoração dos objetivos**

Organização	Indicadores de Monitoração	Nº de Projetos	Nº de Coletas	Nº de Desvios Detectados	
				Reais	Potenciais
Organização X	Índice de Desempenho de Custo - CPI Índice de Desempenho de Prazo - SPI	4	73	24	8
Organização Y	Percentual Médio de Atraso no Projeto	6	21	4	4

Essas experiências permitiram avaliar se o ambiente de monitoração desenvolvido realmente era capaz de detectar os desvios conforme esperado. Foi possível observar que para todas as coletas registradas no ambiente, os desvios foram detectados corretamente, tanto desvios potenciais como desvios reais.

A aplicação da infra-estrutura de monitoração para essas duas organizações permitiu identificar melhorias na infra-estrutura que direcionaram uma evolução da proposta. As melhorias identificadas foram analisadas e implementadas, dando origem à versão da infra-estrutura descrita neste capítulo.

Uma nova aplicação dessa infra-estrutura em um contexto real será muito interessante, porém, devido às restrições de prazo para conclusão deste trabalho, ainda não foi possível realizá-la.

No entanto, a aplicação da infra-estrutura de monitoração para essas duas organizações permitiu concluir que a utilização da infra-estrutura proposta em um contexto real é viável.

## **6.5 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentada a infra-estrutura de apoio à monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos nos níveis estratégico, tático e operacional. O ambiente para monitoração dos objetivos desenvolvido neste trabalho para implementar a infra-estrutura proposta também foi apresentado ao longo da descrição da infra-estrutura.

A infra-estrutura proposta é aplicável tanto ao *Cenário sem alta maturidade* como ao *Cenário com alta maturidade* e, nesse contexto, a aplicação específica no *Cenário com alta maturidade* também foi discutida em detalhes.

As experiências de aplicação da infra-estrutura proposta no contexto de duas organizações de software foram relatadas, incluindo alguns resultados obtidos.

O próximo capítulo apresenta o terceiro componente da abordagem proposta: a Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas.

## **CAPÍTULO 7 – Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

### **7.1 Introdução**

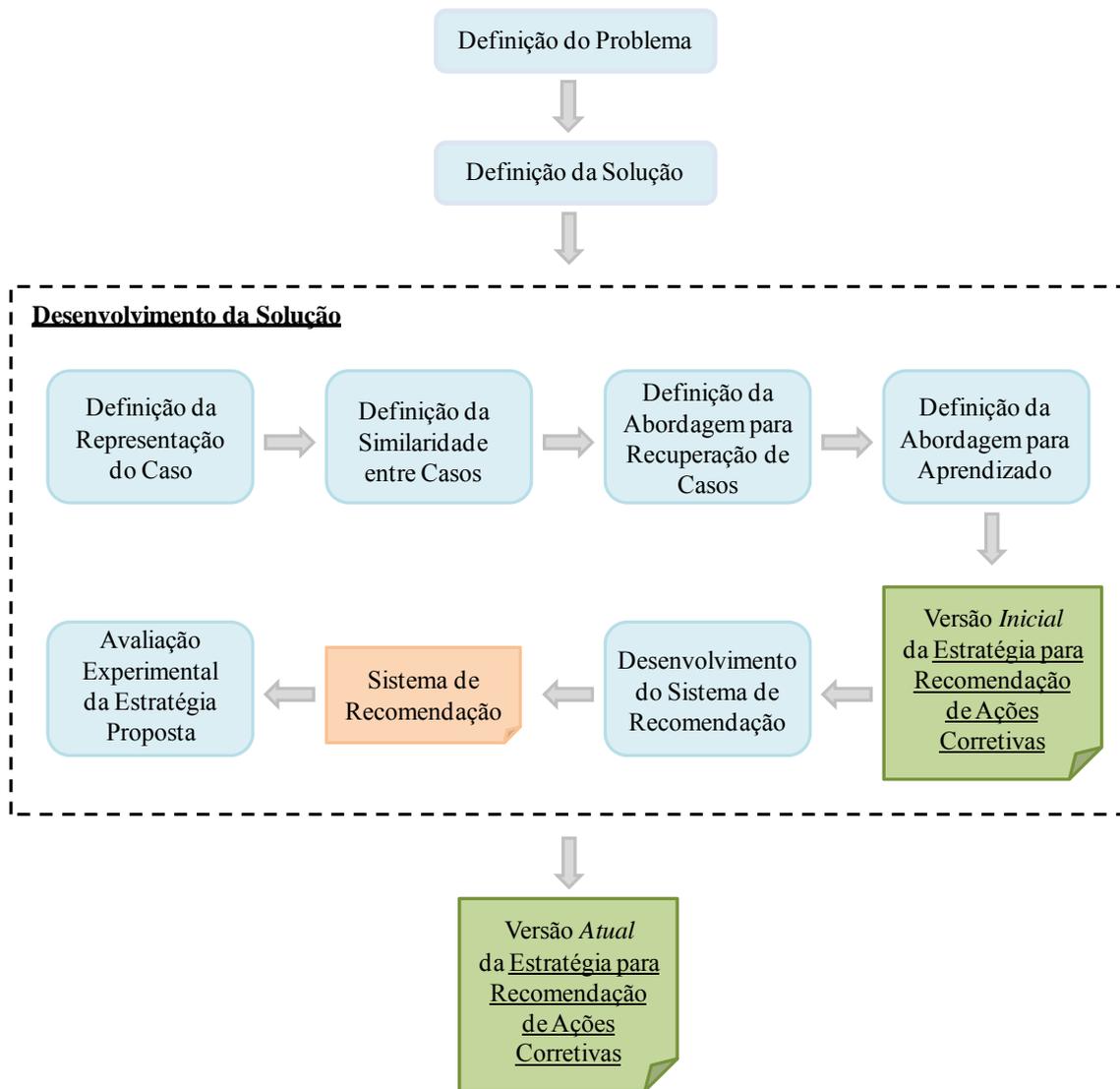
Este capítulo apresenta a estratégia para recomendação de ações corretivas mais adequadas para tratar os desvios detectados pela infra-estrutura de monitoração dos objetivos, um dos principais componentes da abordagem para definição e gerência de objetivos de software proposta neste trabalho. Conforme descrito no Capítulo 4, a estratégia proposta se aplica a dois cenários: (i) *Cenário sem alta maturidade* e (ii) *Cenário com alta maturidade*.

Um sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta foi desenvolvido, conforme apresentado no Capítulo 4, e ao longo deste capítulo esse sistema de recomendação é apresentado.

A seção 7.2 apresenta os passos executados para desenvolver a estratégia proposta enquanto a seção 7.3 detalha a estratégia para recomendação de ações corretivas. A seção 7.4 apresenta a definição da representação de um caso, conforme proposto neste trabalho, de modo a permitir a aplicação do Raciocínio Baseado em Casos - RBC na estratégia proposta. Na seção 7.5 a análise de similaridade entre casos proposta neste trabalho é apresentada, incluindo a descrição do *survey* realizado para apoiar a análise de similaridade entre cenários de desvio em projetos de software. Na seção 7.6 são discutidos os conceitos relacionados à recuperação de casos similares, aplicados na estratégia proposta, e na seção 7.7 o aprendizado a partir das ações corretivas executadas é discutido. A seção 7.8 descreve o sistema de recomendação desenvolvido para implementar a estratégia proposta enquanto a seção 7.9 discute a avaliação experimental da estratégia proposta executada no contexto deste trabalho. Por fim, as considerações finais deste capítulo são apresentadas na seção 7.10.

### **7.2 Desenvolvimento da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

Para desenvolver a estratégia para recomendação de ações corretivas proposta neste trabalho, alguns passos foram executados, conforme as etapas ilustradas na Figura 7.1.



**Figura 7.1 – Etapas para o desenvolvimento da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

Inicialmente o problema a ser tratado pela estratégia para recomendação de ações corretivas foi definido, conforme a seguir:

*“Identificar e recomendar as ações corretivas mais adequadas para tratar os desvios detectados pela infra-estrutura para monitoração dos objetivos, considerando o conhecimento adquirido com a execução de ações corretivas para tratar desvios ocorridos anteriormente.”*

Uma vez que o problema foi definido, buscou-se definir uma solução para esse problema, considerando a necessidade de aproveitar o conhecimento associado às experiências anteriores. Nesse contexto, conforme descrito no Capítulo 3, uma das

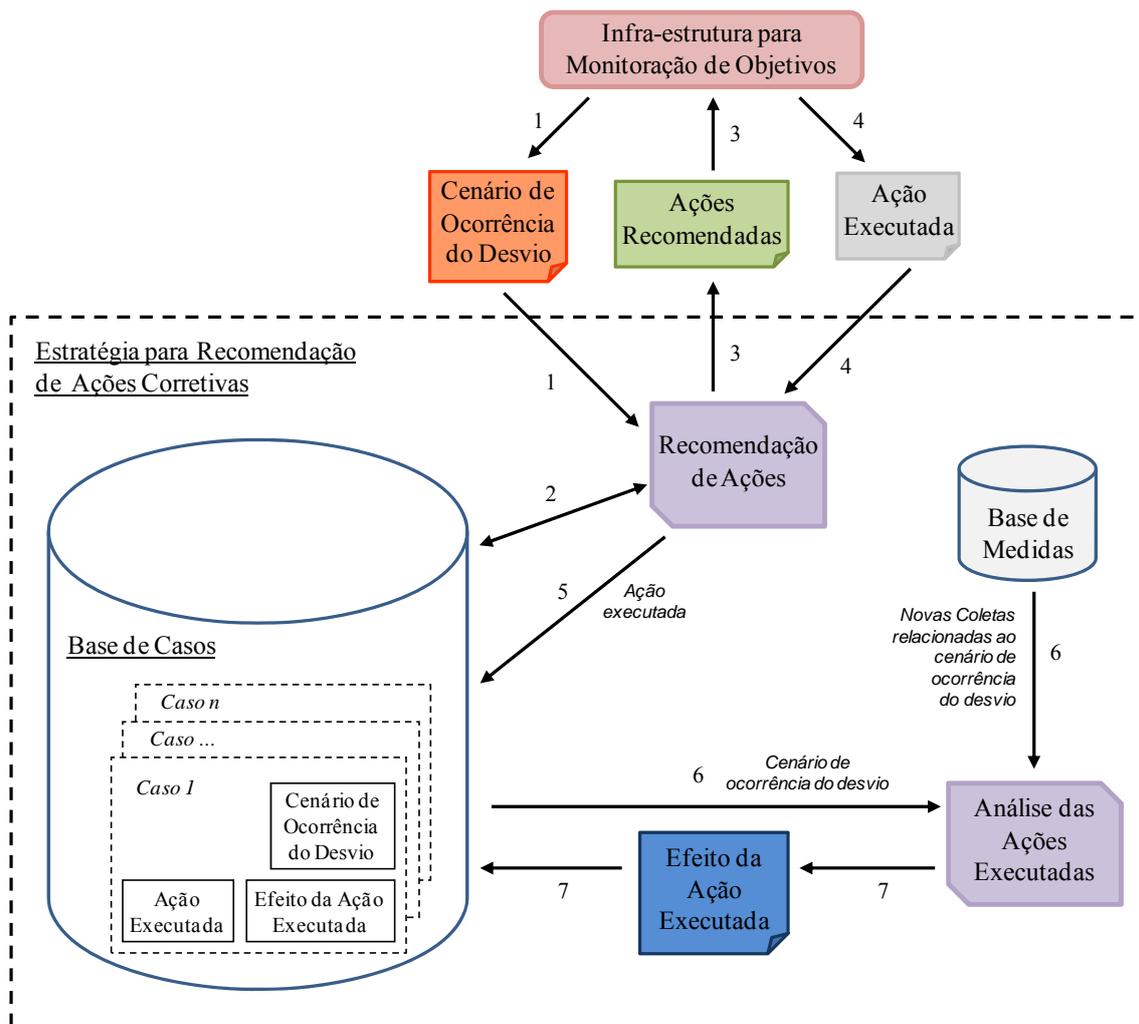
abordagens mais utilizadas é o Raciocínio Baseado em Casos - RBC. Assim, definiu-se que a solução para esse problema seria uma estratégia para recomendação de ações corretivas que aplicasse o RBC.

A partir dessa solução definida, as etapas para o desenvolvimento da solução foram identificadas e executadas, originando a estratégia proposta neste trabalho. A próxima seção apresenta a versão atual da estratégia para recomendação de ações corretivas e as seções subsequentes detalham cada uma das etapas executadas para o desenvolvimento dessa estratégia, conforme ilustrado na Figura 7.1.

### **7.3 Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

Conforme descrito no Capítulo 6, durante a monitoração dos objetivos definidos, desvios podem ser detectados e notificados pela infra-estrutura para monitoração dos objetivos. Nesse contexto, este trabalho propõe uma estratégia capaz de recomendar as ações corretivas mais adequadas para tratar os desvios detectados. A Figura 7.2 apresenta a estratégia proposta.

A estratégia proposta aplica a abordagem RBC e, nessa estratégia, os casos contêm três partes: o problema, a solução e a avaliação da solução. O problema é descrito como o cenário de ocorrência do desvio. A solução registra a ação executada para tratar o desvio e a avaliação da solução descreve o efeito da execução da ação. A estrutura de um caso é detalhada na seção 7.4.



**Figura 7.2 – Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

Ao detectar um desvio, a infra-estrutura para monitoração dos objetivos solicita à estratégia proposta as ações corretivas mais adequadas, informando o cenário de ocorrência do desvio. Esse cenário contém várias informações, conforme descrito na seção 7.4, dentre elas o indicador que sinalizou o desvio. Com base nesse cenário, e considerando os casos armazenados na base de casos, a estratégia para recomendação sugere as ações corretivas mais adequadas.

Vale destacar que a recomendação das ações corretivas mais adequadas envolve sugerir: (i) ações que se mostraram efetivas para tratar os desvios detectados em experiências de desvios que ocorreram anteriormente em cenários similares ao atual e que, por isso, poderiam ser executadas para tratar o desvio atual; e, (ii) ações que não deveriam ser executadas no cenário atual, considerando que em experiências anteriores similares, a execução dessas ações aumentou o desvio, ao invés de tratá-lo.

A recomendação da estratégia é apresentada ao usuário que, nesse momento, escolhe qual ação será executada, podendo ser qualquer ação, inclusive alguma que não tenha sido recomendada. A ação escolhida para execução é informada à estratégia e esta armazena a ação escolhida na base de casos.

Posteriormente, quando novas coletas são registradas para o indicador que sinalizou o desvio, a estratégia proposta analisa as novas coletas considerando o cenário de ocorrência do desvio e as regras de análise associadas ao indicador que sinalizou o desvio e infere o efeito da ação executada. Conforme descrito na seção 7.7, esse efeito pode ser *positivo*, *negativo* ou *indiferente*. A análise do efeito realizada pela estratégia é submetida à validação do usuário que pode ou não aprová-la. Assim, o resultado da validação do usuário é considerado pela estratégia, ao sugerir as ações mais adequadas.

### **7.3.1 Uso da Estratégia Proposta no Cenário com Alta Maturidade**

A estratégia proposta também é aplicável ao *Cenário com alta maturidade*, uma vez que ela considera todos os desvios detectados pela infra-estrutura para monitoração dos objetivos definidos, inclusive aqueles associados aos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho, específicos da alta maturidade.

Nesse cenário, a estratégia proposta apóia a gerência quantitativa e estatística dos projetos, pois auxilia a execução das ações necessárias para viabilizar o alcance dos objetivos quantitativos de qualidade e desempenho, conforme estabelecem os modelos de maturidade CMMI-DEV (SEI, 2010) e MR-MPS (SOFTEX, 2009). Assim, qualquer desvio associado a esses objetivos pode ser tratado com o apoio do conhecimento adquirido com as ações executadas anteriormente, disponibilizado pela estratégia para recomendação de ações corretivas.

## **7.4 Definição da Representação do Caso para Aplicação do RBC**

Conforme descrito nas seções anteriores, na estratégia proposta, um caso é composto de três partes: (i) cenário de ocorrência do desvio, que descreve o contexto dos projetos de software onde os desvios ocorrem; (ii) ação executada para tratar o desvio; e, (iii) efeito da ação executada. Para representar um caso na estratégia proposta, decidiu-se adotar a representação orientada a objetos, considerando que, segundo WANGENHEIM e WANGENHEIM (2003), essa representação é de extrema valia em domínios de aplicação complexos onde os casos podem ter estrutura variável. A Figura

7.3 apresenta o modelo de classes que descreve a representação de um caso na estratégia proposta.

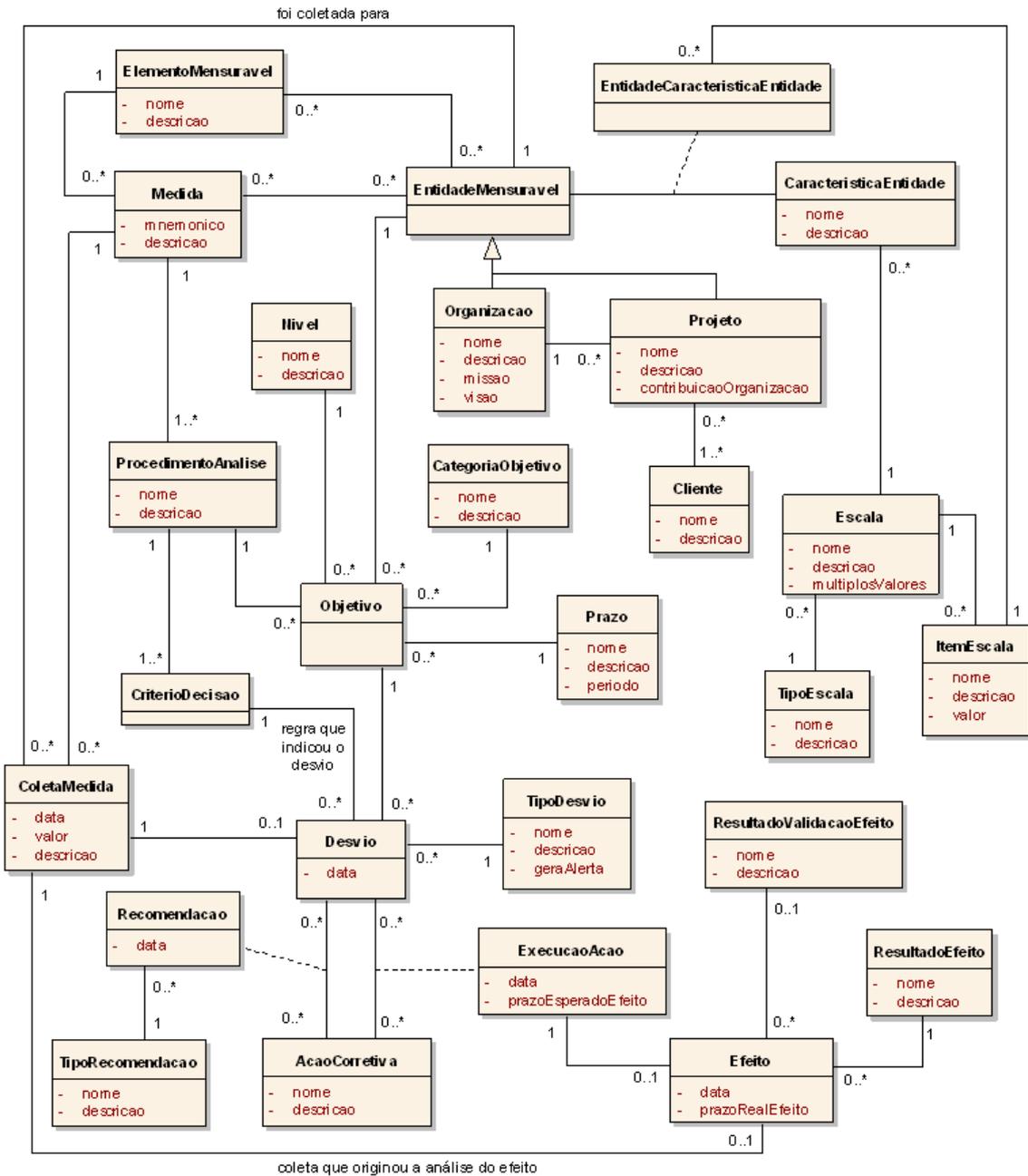


Figura 7.3 – Representação de um caso na estratégia para recomendação de ações corretivas

De forma geral, o cenário de ocorrência de um desvio descreve:

- (i) Informações do desvio, tais como: o tipo do desvio (potencial ou real), a data de ocorrência do desvio e a regra de análise aplicada ao indicador que possibilitou a detecção do desvio;
- (ii) Objetivo afetado pelo desvio;

- (iii) Informações da coleta do indicador que sinalizou o desvio, tais como: a data da coleta, o valor coletado, o indicador associado (medida); e,
- (iv) Contexto da coleta da medida, isto é, entidade mensurável para a qual a medida foi coletada (projeto ou organização), bem como as características específicas dessa entidade.

Para cada desvio detectado as ações recomendadas são armazenadas, tanto aquelas que foram recomendadas para execução como aquelas cuja recomendação foi a de não executá-las.

A ação escolhida pelo usuário é armazenada como um registro de execução da ação, que descreve, além da data da execução, o prazo esperado para efeito da ação. Vale destacar que esse prazo deve ser informado pelo usuário juntamente com a ação escolhida para execução, de modo que, passado esse prazo, a estratégia possa analisar o efeito da ação executada. O prazo esperado para efeito da ação é uma informação muito importante, pois viabiliza a análise adequada do efeito pela estratégia, principalmente em situações nas quais a execução da ação e o efeito causado por essa execução estão defasados no tempo.

Cada efeito analisado pela estratégia é registrado na base de casos com a informação do prazo real para a percepção do efeito (calculado pela estratégia) e com o resultado da validação do efeito pelo usuário. Esse resultado pode ser: *Não Validado*, *Aprovado* ou *Reprovado*.

Considerando a representação do caso conforme descrito nesta seção, a abordagem adotada na estratégia proposta para a análise de similaridade entre casos é descrita a seguir.

## **7.5 Análise da Similaridade entre Casos**

Uma das definições mais importantes para a análise de similaridade entre casos é a definição de quais informações serão consideradas na comparação entre casos. Essas informações são denominadas *índices* do caso. A definição dos índices adotados pela estratégia para recomendação de ações corretivas está detalhadamente descrita na seção 7.5.1.

Considerando os índices definidos, a estratégia para recomendação de ações corretivas propõe a aplicação da medida de similaridade *Weighted Nearest Neighbor - WNN*, uma das medidas de similaridade mais adotadas na aplicação do RBC, conforme

descrito no Capítulo 3. Essa medida calcula a similaridade entre dois casos considerando a soma ponderada da similaridade entre cada índice (cada índice possui um peso específico a ser considerado no cálculo dessa medida).

Assim, este trabalho propõe uma medida de similaridade, denominada *SimCOD* - *Similaridade entre Cenários de Ocorrência de Desvio*, que é uma adaptação da medida *Weighted Nearest Neighbor* considerando a representação do caso definida para a estratégia proposta. A medida *SimCOD* indica o grau de similaridade entre dois cenários de ocorrência de desvio: o cenário de ocorrência do desvio atual - *CODa* e o cenário de ocorrência de um desvio ocorrido no passado - *CODp*. A fórmula de cálculo dessa medida é apresentada a seguir.

$$\text{SimCOD}(\text{CODa}, \text{CODp}) = \frac{\sum (\text{Sim}(\text{índice}, \text{CODa}, \text{CODp}) * \text{pesoÍndice})}{\sum \text{pesoÍndice}} \quad (\text{i})$$

A fórmula (i) mostra que para medir a similaridade entre os dois cenários é necessário medir a similaridade para cada índice, considerando os valores desse índice nos cenários *CODa* e *CODp*. No entanto, o cálculo da similaridade para um determinado índice depende do tipo de escala usado para atribuir um valor ao índice. Assim, com base nos índices definidos, a estratégia proposta considera dois tipos de escala: Nominal e Intervalar. O tipo de escala adotado para cada índice é identificado na seção 7.5.1. A partir disso, a fórmula de cálculo da similaridade para um determinado índice apresentada a seguir foi definida.

$$\text{Sim}(\text{índice}, \text{CODa}, \text{CODp}) = \begin{cases} \text{SimNom}(\text{índice}, \text{CODa}, \text{CODp}) \\ \quad \text{se tipo de escala} = \text{Nominal} \\ \\ \text{SimInt}(\text{índice}, \text{CODa}, \text{CODp}) \\ \quad \text{se tipo de escala} = \text{Intervalar} \end{cases} \quad (\text{ii})$$

Para um índice cuja escala adotada é a nominal, a similaridade é calculada segundo a fórmula *SimNom*, apresentada a seguir.

$$\text{SimNom}(\text{índice}, \text{CODa}, \text{CODp}) = \begin{cases} \mathbf{1} & \text{se} & \begin{array}{l} \text{valor do índice em CODa} \\ = \\ \text{valor do índice em CODp} \end{array} \\ \mathbf{0} & \text{se} & \begin{array}{l} \text{valor do índice em CODa} \\ \neq \\ \text{valor do índice em CODp} \end{array} \end{cases} \quad (\text{iii})$$

Para um índice cuja escala adotada é a intervalar, a similaridade é calculada segundo a fórmula *SimInt*, apresentada a seguir.

$$\text{SimInt}(\text{índice}, \text{CODa}, \text{CODp}) = 1 - \frac{|\text{valor do índice em CODa} - \text{valor do índice em CODp}|}{|\text{valor máximo do índice} - \text{valor mínimo do índice}|} \quad (\text{iv})$$

Na fórmula (iv), o valor máximo e o valor mínimo do índice dizem respeito, respectivamente, ao maior e ao menor valor definidos para a escala intervalar usada pelo índice.

A aplicação da medida *SimCOD* (*CODa*, *CODp*) resulta em um número entre 0 e 1 que representa o percentual de similaridade entre dois casos com cenários de ocorrência de desvio *CODa* e *CODp*.

Vale destacar que a medida *SimCOD* também pode ser aplicada para a análise de similaridade entre casos com informações incompletas, isto é, casos em que alguns índices não tenham valor atribuído. Nessa situação, se o índice tiver valor atribuído para somente um dos cenários, a similaridade calculada para esse índice será 0. No entanto, se o índice não tiver valor atribuído para os dois cenários, esse índice será ignorado no cálculo de similaridade.

Com o objetivo de ilustrar o uso da medida *SimCOD* para análise de similaridade, a seguir uma situação hipotética é apresentada e a similaridade entre dois cenários de ocorrência dos desvios é calculada segundo a medida *SimCOD*.

Sejam os índices de um caso aqueles listados na Tabela 7.7 (definidos a partir do *survey* executado neste trabalho, conforme descrito na seção 7.5.1). Sejam também dois cenários hipotéticos de ocorrência de desvio caracterizados conforme apresentado na Tabela 7.1. Para simplificar o exemplo, será considerado que as demais características

que foram previamente definidas como índices, mas que não estão identificadas na caracterização dos cenários de ocorrência dos desvios, não possuem valor definido para esses cenários.

**Tabela 7.1 - Caracterização de dois cenários hipotéticos de ocorrência de desvio**

<b>Característica</b>	<b>Cenários de ocorrência do desvio 1 - COD1</b>	<b>Cenários de ocorrência do desvio 2 - COD2</b>
<i>Categoria do Objetivo com desvio</i>	Custo	Custo
<i>Indicador que sinalizou o desvio</i>	Índice de Desempenho de Custo - CPI	Índice de Desempenho de Custo - CPI
<i>Natureza do Projeto</i>	Desenvolvimento	Manutenção
<i>Tipo de Software</i>	Sistema de Informação	Sistema de Informação
<i>Tamanho do Projeto<sup>1</sup></i>	Grande	Pequeno
<i>Grau de Restrição de Recursos Financeiros<sup>2</sup></i>	Alto	Médio

Para calcular a similaridade entre os cenários *COD1* e *COD2*, as equações apresentadas anteriormente nas fórmulas (ii), (iii) e (iv) precisam ser calculadas. A Tabela 7.2 apresenta os cálculos dessas equações para os dois cenários hipotéticos.

**Tabela 7.2 - Cálculo da similaridade entre os dois cenários hipotéticos para cada característica**

<b>Característica</b>	<b>Tipo de Escala<sup>3</sup></b>	<b>Equação aplicada</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Sim (característica, COD1, COD2)<sup>4</sup></b>
<i>Categoria do Objetivo com desvio</i>	Nominal	(iii)	Valor em COD1 = Valor em COD2	1
<i>Indicador que sinalizou o desvio</i>	Nominal	(iii)	Valor em COD1 = Valor em COD2	1
<i>Natureza do Projeto</i>	Nominal	(iii)	Valor em COD1 $\neq$ Valor em COD2	0
<i>Tipo de Software</i>	Nominal	(iii)	Valor em COD1 = Valor em COD2	1
<i>Tamanho do Projeto</i>	Intervalar	(iv)	$1 -  (\text{Valor em COD1} - \text{Valor em COD2})  /  (3-1) $	0
<i>Grau de Restrição de Recursos Financeiros</i>	Intervalar	(iv)	$1 -  (\text{Valor em COD1} - \text{Valor em COD2})  /  (2-0) $	0,5

<sup>1</sup> Considerando a seguinte escala: Grande (valor 3), Médio (valor 2) e Pequeno (valor 1).

<sup>2</sup> Considerando a seguinte escala: Alto (valor 2), Médio (valor 1) e Baixo (valor 0).

<sup>3</sup> Conforme identificado na Tabela 7.7.

<sup>4</sup> Conforme aplicação da equação (ii).

Por fim, a equação apresentada anteriormente nas fórmulas (i) é calculada, conforme apresentado na Tabela 7.3.

**Tabela 7.3 - Cálculo da medida *SimCOD* para os dois cenários hipotéticos de ocorrência de desvio**

<b>Característica</b>	<b>Peso da Característica<sup>5</sup></b>	<b>Sim (característica, COD1, COD2) * Peso</b>
<i>Categoria do Objetivo com desvio</i>	5,90%	$1 * 0,059 = 0,059$
<i>Indicador que sinalizou o desvio</i>	5,76%	$1 * 0,0576 = 0,0576$
<i>Natureza do Projeto</i>	4,83%	$0 * 0,0483 = 0$
<i>Tipo de Software</i>	4,71%	$1 * 0,0471 = 0,0471$
<i>Tamanho do Projeto</i>	4,67%	$0 * 0,0467 = 0$
<i>Grau de Restrição de Recursos Financeiros</i>	4,27%	$0,5 * 0,0427 = 0,02135$
<b>Soma</b>	<b>30,14%</b>	<b>0,18505</b>
<b><i>SimCOD (COD1, COD2)</i></b>		<b><math>0,18505 / 0,3014 = 0,6139</math> ou <b>61,39%</b></b>

A seção a seguir apresenta o *survey* executado neste trabalho para apoiar a definição de índices de casos a serem adotados na estratégia proposta.

### **7.5.1 *Survey* para Identificar Características Relevantes para a Análise de Similaridade entre Cenários de Desvio em Projetos de Software**

Ao longo da definição da estratégia para recomendação de ações corretivas, foi necessário definir quais seriam os índices dos casos, isto é, quais informações seriam consideradas na comparação entre casos, para a análise de similaridade. Assim, buscando-se caracterizar um conjunto de informações relevantes para indicar o grau de similaridade entre cenários de ocorrência de desvios, um *survey* foi realizado. Para isso os seguintes passos foram executados: definição e planejamento do estudo, execução do estudo e análise dos resultados obtidos. As seções a seguir descrevem a execução desses passos.

<sup>5</sup> Conforme identificado na Tabela 7.7.

### 7.5.1.1 Definição e Planejamento do *Survey*

Este *survey* teve como objetivo principal identificar um conjunto de informações relevantes para caracterizar a similaridade entre cenários de ocorrência de desvios. Para isso foi considerada a opinião de gerentes de projetos de software. O objetivo deste estudo foi delineado a partir do paradigma GQM (BASILI *et al.*, 1994), como descrito a seguir:

**Analisar** um conjunto inicial de características de cenários de ocorrência de desvios em projetos de software

**Com o propósito de** caracterizar

**Com relação ao** grau de relevância de cada característica para a análise de similaridade entre cenários de ocorrência de desvios em projetos de software

**Do ponto de vista de** gerentes de projetos de software

**No contexto da** monitoração em projetos de software

Para elaborar o conjunto inicial de características de cenários de ocorrência de desvios em projetos de software inicialmente foi feita uma busca na literatura para identificar características de projetos de software. A partir dessa busca foram selecionadas as características que eram citadas em pelo menos três publicações, resultando em uma lista com 17 características.

Outra busca na literatura foi realizada para identificar características relacionadas à ocorrência de desvios em projetos de software e, considerando também as informações descritas na representação do caso proposta neste trabalho, 5 características foram selecionadas. Assim, o conjunto inicial de características de cenários de ocorrência de desvios em projetos de software foi definido considerando 22 características. Esse conjunto inicial foi usado no questionário enviado aos participantes, que está integralmente descrito no Apêndice II.

O questionário usado como instrumento do *survey* é composto de quatro seções: (i) uma caracterização dos participantes; (ii) uma descrição de uma situação hipotética na qual os participantes estão gerenciando um projeto de software e precisam tratar um desvio detectado; (iii) o conjunto inicial de características, permitindo que o participante inclua outras características não listadas; e, (iv) uma seção para o participante incluir comentários adicionais.

A situação hipotética apresentada no questionário descreve que o participante está gerenciando um projeto de software no qual um desvio foi detectado e, para tratar o desvio, o participante deve procurar cenários de ocorrência de desvios anteriores que sejam similares ao cenário de ocorrência do desvio que ele precisa tratar. A partir dessa situação, o usuário foi solicitado a indicar a relevância de cada característica para determinar quais cenários de desvio seriam similares ao cenário de desvio atual. Para indicar a relevância o participante deveria responder, para cada característica, com que frequência ele consideraria aquela característica para a análise de similaridade. A escala definida para caracterização dessa frequência foi a seguinte escala intervalar de 5 pontos de Likert: “Sempre”, “Quase Sempre”, “Algumas Vezes”, “Quase Nunca” e “Nunca”.

Para a seleção dos participantes, a lista de implementadores e avaliadores do modelo MR-MPS (SOFTEX, 2009), disponibilizada pela SOFTEX foi utilizada. Essa lista foi escolhida com base na suposição de que uma parte considerável dessa lista provavelmente já havia gerenciado projetos de software, uma vez que o MR-MPS estabelece práticas de Gerência de Projetos desde o nível mais baixo (nível G). Usando esse critério, 165 participantes foram selecionados.

Um piloto do *survey* foi realizado com um implementador e avaliador do modelo MR-MPS com experiência em Gerência de Projetos de software e então alguns ajustes no questionário foram feitos.

#### **7.5.1.2 Execução do *Survey***

O questionário elaborado foi enviado a cada participante informando que ele havia sido selecionado para participar do *survey* a partir da lista de avaliadores e implementadores do MR-MPS e solicitando que ele respondesse o questionário caso tivesse alguma experiência em Gerência de Projetos.

Dos 165 participantes selecionados, 67 responderam o *survey*, o que representa uma taxa de resposta de 40,6%. Dentre os 67 respondentes, 7 responderam informando que não possuíam experiência em Gerência de Projetos. Não foi possível determinar se os demais participantes que não responderam também não o fizeram por não possuírem essa experiência.

Os dados obtidos com os 60 questionários respondidos pelos participantes foram organizados em uma planilha e então analisados, conforme descrito na seção a seguir.

### 7.5.1.3 Análise dos Resultados do Survey

Inicialmente as informações de caracterização dos participantes foram analisadas. A Tabela 7.4, a Tabela 7.5 e a Tabela 7.6 apresentam resultados dessa análise. De forma geral, a maioria dos participantes é experiente tanto em Gerência de Projetos como em Engenharia de Software.

**Tabela 7.4 - Caracterização dos participantes do survey com relação à formação**

Formação dos Participantes				Certificação em Gerência de Projetos
Doutor	Mestre	Graduado	Graduando	
14	21	24	1	10

**Tabela 7.5 - Caracterização dos participantes do survey com relação à experiência em Gerência de Projetos**

Número de Projetos que já gerenciou				Experiência em Gerência de Projetos de Software (em anos)			
Mais de 5	Entre 3 e 5	Até 2	Nenhum	Mais de 5	Mais de 2 e menos de 5	Até 2	Nenhum
41	15	2	2	38	16	5	1

**Tabela 7.6 - Caracterização dos participantes do survey com relação à experiência em Engenharia de Software**

Experiência em Engenharia de Software (em anos)			
Mais de 5	Mais de 2 e menos de 5	Até 2	Nenhum
49	10	1	0

A partir dessa análise, os participantes foram separados, conforme a experiência de cada um, em três grupos:

- (i) *Experientes*: aqueles que possuem mais de cinco anos de experiência Engenharia de Software e mais de cinco anos de experiência em Gerência de Projetos e já gerenciaram pelo menos três projetos; ou aqueles que possuem mais cinco anos de experiência em Engenharia de Software e já gerenciaram mais de cinco projetos e possuem pelo menos três anos de experiência em Gerência de Projetos.

- (ii) *Inexperientes*: aqueles que possuem até dois anos de experiência em Engenharia de Software ou até dois anos de experiência em Gerência de Projetos ou aqueles que gerenciaram no máximo dois projetos.
- (iii) *Intermediários*: os demais participantes, ou seja, aqueles que não possuem a experiência necessária para serem considerados experientes, mas que possuem alguma experiência relevante e que, por isso, não podem ser considerados inexperientes.

Segundo esse agrupamento, 42 participantes foram considerados experientes, 7 inexperientes e 11 com nível intermediário de experiência.

As respostas de cada participante para cada característica segundo a escala de Likert previamente definida foram mapeadas na relevância de cada característica. Para isso, os pontos da escala “Sempre”, “Quase Sempre”, “Algumas Vezes”, “Quase Nunca” e “Nunca” foram mapeados em 4, 3, 2, 1 e 0, respectivamente.

Para cada um dos três grupos definidos, a relevância média para cada característica e o coeficiente de variação foram calculados. A partir desses dados, foi feita uma análise da relação entre a experiência dos participantes e a relevância atribuída a cada característica. Nessa análise foi possível observar que para a maioria das características (73%), há uma correlação negativa entre o nível de experiência e o coeficiente de variação (coeficiente de correlação médio igual a - 0,59). Essa correlação negativa indica que a opinião dos experientes sobre a relevância de cada característica é mais homogênea quando comparada à opinião dos inexperientes.

Uma análise qualitativa da relevância de cada característica para os três grupos também foi realizada. Essa análise mostrou que a opinião dos experientes sobre as características mais importantes para a análise de similaridade é bem diferente da opinião dos inexperientes. Para exemplificar, na opinião dos experientes, o indicador que sinalizou o desvio é a segunda característica mais importante enquanto na opinião dos inexperientes, essa mesma característica é a décima segunda mais importante. Essa divergência pode indicar que os resultados desse *survey* podem ser ainda mais úteis para auxiliar profissionais inexperientes.

A partir dessas análises e, considerando que o objetivo do *survey* é apoiar a definição dos índices a serem usados na recuperação de casos similares, na estratégia proposta decidiu-se adotar a relevância de cada característica considerando somente a opinião dos participantes experientes.

Para obter o grau de relevância de cada característica, o valor da relevância segundo a opinião dos participantes experientes foi normalizado em relação ao valor da relevância das demais características, isto é, o valor da relevância de cada característica foi dividido pela soma do valor da relevância de todas as características. Assim, o grau de relevância de uma dada característica é um número que representa o percentual de relevância dessa característica em relação às demais características.

A Tabela 7.7 apresenta a lista final das características e o grau de relevância de cada uma delas. O tipo de escala usado para atribuir valor a essa característica (escala Nominal ou Intervalar, conforme descrito na seção anterior) também é identificado nessa tabela.

**Tabela 7.7 - Conjunto de características resultante do *survey* e o grau de relevância de cada característica para a análise de similaridade entre cenários de ocorrência de desvios**

<b>Característica</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo de Escala</b>	<b>Grau de Relevância</b>
Categoria do Objetivo	A categoria do objetivo afetado pelo desvio, por exemplo: custo, prazo, qualidade do produto, etc.	Nominal	5,90%
Indicador	Indicador usado para monitorar o objetivo e que sinalizou o desvio.	Nominal	5,76%
Cliente	Clientes do projeto.	Nominal	5,27%
Experiência da Equipe	Grau de experiência da equipe.	Intervalar	5,26%
Experiência do Gerente	Grau de experiência do gerente.	Intervalar	4,98%
Natureza do projeto	Natureza do projeto, por exemplo: novo desenvolvimento, manutenção, customização, etc.	Nominal	4,83%
Complexidade do Software	Grau de complexidade do software desenvolvido.	Intervalar	4,79%
Tipo de Software	Tipo de software desenvolvido, pro exemplo: sistema de informação, software embutido, etc.	Nominal	4,71%
Estabilidade dos Requisitos	Grau de estabilidade dos requisitos.	Intervalar	4,71%
Tamanho do Projeto	Tamanho do projeto, conforme uma escala intervalar pré-definida.	Intervalar	4,67%
Inovação Tecnológica	Grau de inovação tecnológica adotado.	Intervalar	4,63%
Tecnologias	Tecnologias utilizadas no desenvolvimento, por exemplo: linguagem Java, banco de dados Oracle, etc.	Nominal	4,47%
Domínio da Aplicação	Domínio da aplicação relacionado ao software desenvolvido, por exemplo: petróleo, energia, educacional, RH, etc.	Nominal	4,36%

<b>Característica</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo de Escala</b>	<b>Grau de Relevância</b>
Restrição de Recursos Humanos	Grau de restrição relacionada à disponibilidade de recursos humanos.	Intervalar	4,27%
Restrição de Recursos Financeiros	Grau de restrição relacionada à disponibilidade de recursos financeiros.	Intervalar	4,27%
Tipo de Desvio	Tipo do desvio. Pode ser: Potencial (o desvio ainda não ocorreu, mas está próximo de ocorrer) ou Real (o desvio já ocorreu).	Nominal	4,11%
Nível	Nível da organização que está sendo monitorado. Pode ser: Estratégico, Tático ou Operacional.	Nominal	4,07%
Restrição de Cronograma	Grau de restrição relacionada ao cronograma.	Intervalar	4,05%
Tamanho da Equipe	Tamanho da equipe, conforme uma escala intervalar pré-definida.	Intervalar	3,89%
Duração do Projeto	Duração do projeto, conforme uma escala intervalar pré-definida.	Intervalar	3,87%
Modelo de Ciclo de Vida	Modelo de ciclo de vida adotado, por exemplo: cascata, incremental, etc.	Nominal	3,66%
Paradigma	Paradigma adotado, por exemplo: orientado a objetos, estruturado, etc.	Nominal	3,47%

Na estratégia para recomendação de ações corretivas, esse conjunto de características resultante do *survey* é usado para analisar a similaridade entre cenários de ocorrência de desvios. Cada característica é considerada um índice do caso e o grau de relevância de cada característica é interpretado como o peso do índice que é usado na medida de similaridade descrita na seção anterior.

Conforme descrito anteriormente, cada participante pôde sugerir outras características relevantes para a análise de similaridade além das 22 características apresentadas no questionário. Assim, alguns participantes sugeriram novas características. As características sugeridas pelos participantes para inclusão no conjunto inicial foram descritas de forma livre, textual. Por isso, foi realizada uma análise qualitativa visando unir as características descritas de forma diferente, porém, com o mesmo significado. Após essa análise qualitativa, 11 características foram sugeridas para inclusão, conforme apresentado na Tabela 7.8. Além das características, o número de participantes que citaram cada característica também é apresentado nessa tabela.

**Tabela 7.8 - Conjunto de características sugeridas para inclusão no conjunto inicial de características apresentado no *survey***

<b>Característica</b>	<b>Nº de Citações</b>
Grau de semelhança entre os processos adotados no projeto.	5
Riscos identificados no projeto.	3
Tipo de cliente, por exemplo: empresa pública ou empresa privada.	2
Grau de apoio ferramental adotado.	2
Grau de semelhança entre as equipes.	2
Grau de comprometimento do cliente com o projeto.	1
Técnicas de estimativa aplicadas.	1
Tipo de contrato com o cliente, por exemplo: escopo fixo, tempo fixo, etc.	1
Facilidade de levantamento dos requisitos.	1
Causa identificada para o desvio.	1
Equipe geograficamente distribuída.	1

As características sugeridas para inclusão no conjunto inicial foram citadas por poucos participantes e, conseqüentemente, a relevância dessas características para a análise de similaridade foi avaliada por um percentual muito baixo dos participantes (no máximo 5 participantes). Diante disso, decidiu-se considerar somente as características cuja relevância havia sido avaliada por todos os participantes. Assim, o conjunto de características resultante do *survey* é igual ao conjunto de características inicialmente apresentado. A relevância das características sugeridas para a inclusão é uma informação a ser verificada em estudos futuros.

## **7.6 Recuperação de Casos Similares**

A análise da similaridade determina o grau de semelhança entre dois casos. A partir dessa análise é necessário definir como recuperar os casos mais similares a um dado caso, isto é, qual o mínimo de similaridade a ser considerado, quantos casos similares devem ser recuperados, entre outras definições. Assim, o objetivo principal da etapa de recuperação de casos é descobrir todos os casos que, em relação a um dado caso, possuem uma similaridade maior ou igual a um mínimo de similaridade previamente estabelecido.

Na estratégia para recomendação de ações corretivas, a recuperação de casos similares considera a similaridade mínima de duas formas:

- a) Recuperar os casos cuja similaridade em relação ao caso atual seja maior ou igual a um limiar  $x$ ; ou,
- b) Recuperar os  $y$  casos mais similares ao caso atual, independentemente do valor da similaridade.

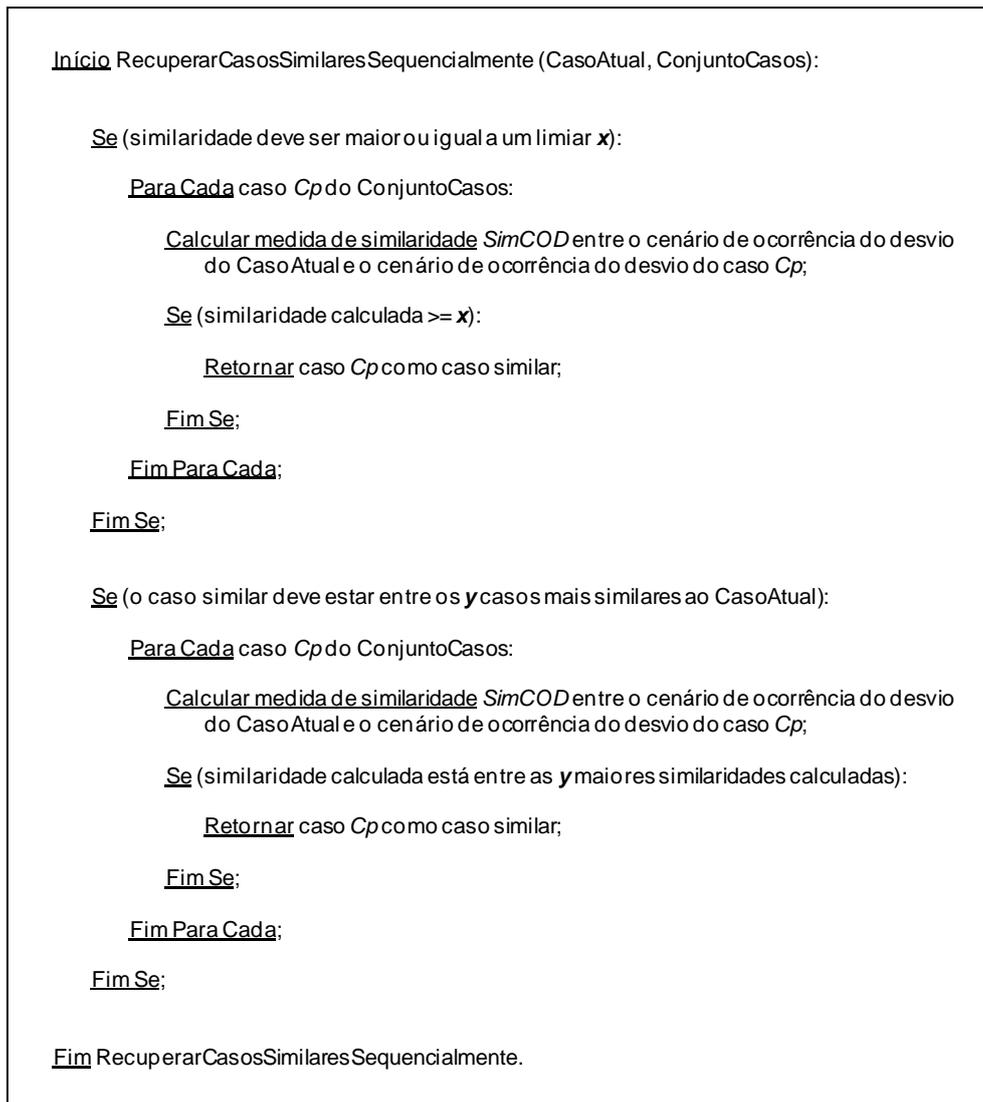
Assim, para aplicação da estratégia proposta os valores de  $x$  e  $y$  devem ser previamente definidos.

A estratégia proposta também considera o resultado da validação do efeito pelo usuário ao recuperar os casos similares. Assim, dependendo da escolha do usuário, essa recuperação considera:

- a) Todos os casos com efeito registrado, independentemente da validação do efeito pelo usuário; ou,
- b) Somente os casos com efeito registrado, validado e aprovado pelo usuário.

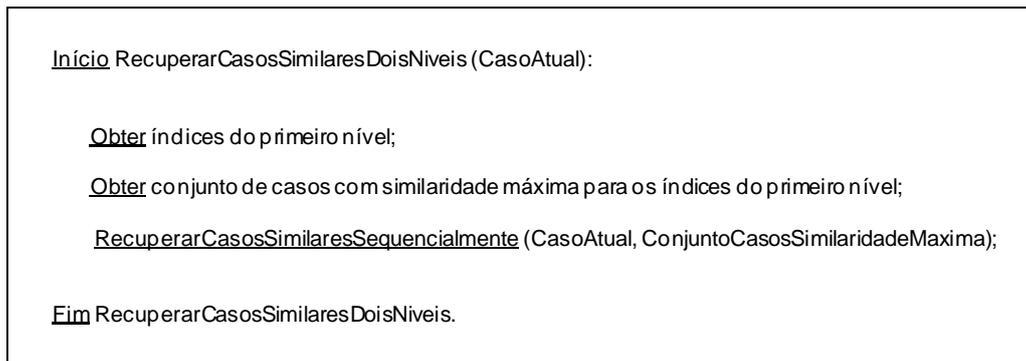
Para a recuperação dos casos similares a estratégia para recomendação de ações corretivas propõe a aplicação de duas técnicas de recuperação comumente usadas no RBC (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003): (i) a *recuperação seqüencial*, na qual a similaridade é calculada seqüencialmente para cada caso existente na base de casos; e, (ii) a *recuperação de dois níveis*, na qual inicialmente é feita uma pré-seleção dos casos existentes na base de casos e então a similaridade é calculada somente para os casos pré-selecionados.

A Figura 7.4 descreve os passos principais para aplicação da técnica de recuperação seqüencial na estratégia proposta considerando as duas formas de verificação da similaridade mínima definidas na estratégia. As informações de entrada para aplicação dessa técnica são o caso atual e o conjunto de todos os casos existentes na base.



**Figura 7.4 – Passos principais para aplicação da técnica de recuperação seqüencial na estratégia proposta**

Na estratégia proposta, a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis consiste em realizar uma seleção inicial de casos que, para um conjunto pré-definido de índices denominado *índices do primeiro nível*, possuem similaridade máxima com o caso atual e, então, aplicar a recuperação seqüencial considerando somente os casos previamente selecionados. A Figura 7.5 descreve os passos principais para aplicação da técnica de recuperação de dois níveis na estratégia proposta. A informação de entrada para aplicação dessa técnica é o caso atual.



**Figura 7.5 – Passos principais para aplicação da técnica de recuperação de dois níveis na estratégia proposta**

## 7.7 Aprendizado com a Execução de Ações Corretivas

Para reter continuamente o conhecimento adquirido com a execução de uma ação para tratar um determinado desvio e possibilitar a atualização e a extensão da base de casos, a cada novo desvio detectado, a estratégia para recomendação de ações corretivas armazena um novo caso na base de casos. O novo caso inicialmente está incompleto, uma vez que só descreve o cenário de ocorrência do desvio. Quando uma ação é executada para tratar esse desvio, a estratégia proposta armazena a ação executada. Até esse momento o novo caso ainda está incompleto, pois o efeito da execução da ação ainda não foi registrado.

Para registrar esse efeito, a estratégia para recomendação de ações corretivas analisa continuamente cada nova coleta registrada para o indicador que sinalizou o desvio e infere o efeito da ação executada. Esse efeito pode ser *positivo*, *negativo* ou *indiferente*.

Para determinar o efeito de uma ação executada, a estratégia proposta identifica os desvios existentes que estão associados ao indicador medido pela nova coleta, cuja ação executada esteja registrada e que ainda não tenha efeito registrado e, para cada um desses desvios, a estratégia verifica se o prazo esperado para efeito informado pelo usuário já expirou. A partir disso, para os desvios cujo prazo esperado já expirou, a estratégia aplica as regras de análise associadas ao indicador medido pela nova coleta para identificar qual regra é atendida pelo novo valor coletado.

Considerando o valor da coleta que originalmente indicou o desvio, denominada *valorColetaOriginal*, a regra de análise que originalmente indicou o desvio, denominada *regraAnaliseOriginal*, o valor da nova coleta, denominada *valorNovaColeta*, e a regra de análise atendida pelo novo valor coletado, denominada

*regraAnalisarNovaColeta*, algumas heurísticas foram definidas de modo a permitir a análise do efeito pela estratégia proposta. As heurísticas são mutuamente exclusivas e, por isso, para cada nova coleta a ser analisada, somente uma heurística é aplicável. Assim, o efeito inferido pela estratégia corresponde ao efeito associado à heurística aplicável à nova coleta. A Tabela 7.9 apresenta as heurísticas definidas e o efeito associado a cada uma delas.

**Tabela 7.9 - Heurísticas aplicadas pela estratégia proposta para a análise do efeito da ação executada**

Heurística	Efeito
<b>H1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A diferença entre o <i>valorColetaOriginal</i> e o <i>valorNovaColeta</i> é <u>insignificante</u>, isto é, a diferença é inferior a uma variação mínima <i>v</i>, previamente estabelecida.</li> </ul>	<b>Indiferente</b>
<b>H2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A diferença entre o <i>valorColetaOriginal</i> e o <i>valorNovaColeta</i> é <u>significante</u>;</li> <li>A <i>regraAnalisarOriginal</i> é <u>igual</u> à <i>regraAnalisarNovaColeta</i>; e,</li> <li>O <i>valorNovaColeta</i> é <u>melhor</u> que o <i>valorColetaOriginal</i>, considerando a definição da regra atendida.</li> </ul>	<b>Positivo</b>
<b>H3:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A diferença entre o <i>valorColetaOriginal</i> e o <i>valorNovaColeta</i> é <u>significante</u>;</li> <li>A <i>regraAnalisarOriginal</i> é <u>igual</u> à <i>regraAnalisarNovaColeta</i>; e,</li> <li>O <i>valorNovaColeta</i> é <u>pior</u> que o <i>valorColetaOriginal</i>, considerando a definição da regra atendida.</li> </ul>	<b>Negativo</b>
<b>H4:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A diferença entre o <i>valorColetaOriginal</i> e o <i>valorNovaColeta</i> é <u>significante</u>;</li> <li>A <i>regraAnalisarOriginal</i> é <u>diferente</u> da <i>regraAnalisarNovaColeta</i>; e,</li> <li>O <i>valorNovaColeta</i> é <u>melhor</u> que o <i>valorColetaOriginal</i>, considerando a definição das duas regras atendidas.</li> </ul>	<b>Positivo</b>
<b>H5:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>A diferença entre o <i>valorColetaOriginal</i> e o <i>valorNovaColeta</i> é <u>significante</u>;</li> <li>A <i>regraAnalisarOriginal</i> é <u>diferente</u> da <i>regraAnalisarNovaColeta</i>; e,</li> <li>O <i>valorNovaColeta</i> é <u>pior</u> que o <i>valorColetaOriginal</i>, considerando a definição das duas regras atendidas.</li> </ul>	<b>Negativo</b>

Após inferir o efeito de uma ação executada, a estratégia proposta registra esse efeito na base de casos e submete o efeito inferido à validação do usuário que pode ou não aprová-lo, influenciando a recuperação de casos similares para determinar as ações mais adequadas, conforme descrito na seção anterior.

## 7.8 Sistema de Recomendação de Ações Corretivas

A estratégia para recomendação de ações corretivas proposta neste trabalho foi implementada em um Sistema de Recomendação de Ações Corretivas, utilizando as funcionalidades básicas disponibilizadas na *Infra-estrutura A2M*, conforme descrito no Capítulo 4.

A alimentação da base de casos se dá automaticamente, sempre que um desvio é detectado, uma ação é executada para tratar esse desvio e o efeito da ação executada é analisado pelo sistema de recomendação.

Para implementar a estratégia proposta, o sistema de recomendação desenvolvido considera algumas informações como parâmetros de configuração, conforme mostrado na Tabela 7.10.

**Tabela 7.10 - Parâmetros de configuração do sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta**

Parâmetro	Valores Possíveis
<i>Tipo de Análise da Similaridade Mínima</i>	Valor Mínimo de Similaridade
	Número Máximo de Casos
<i>Valor Mínimo de Similaridade</i>	Qualquer valor entre 0 e 1.
<i>Número Máximo de Casos</i>	Qualquer número.
<i>Técnica de Recuperação</i>	Sequencial
	Dois Níveis
<i>Efeito Considerado</i>	Somente casos com efeito validado e aprovado pelo usuário.
	Todos os casos, independentemente da validação do efeito pelo usuário.
<i>Variação Mínima para Análise do Efeito</i>	Qualquer valor maior ou igual a 0.

O sistema de recomendação desenvolvido implementa a base de casos segundo a representação definida pela estratégia proposta. A medida de similaridade *SimCOD* também é aplicada no sistema de recomendação. Os índices e os pesos dos índices adotados no sistema desenvolvido são aqueles resultantes do *survey*.

Uma informação importante no sistema de recomendação desenvolvido é a caracterização dos projetos, uma vez que essa caracterização define os valores de alguns índices dos casos para cada cenário de ocorrência do desvio. A Figura 7.6 e a Figura 7.7

mostram as telas do sistema de recomendação que permitem a caracterização dos projetos.

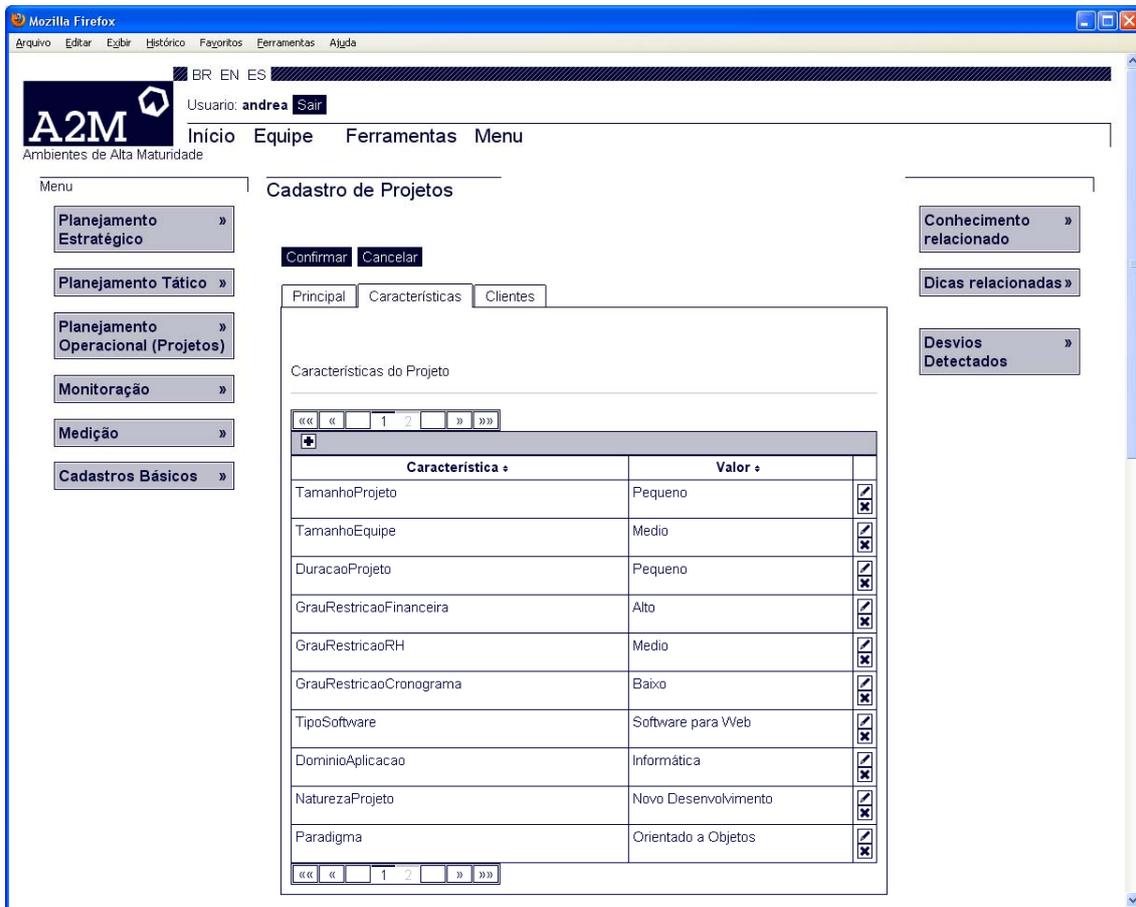


Figura 7.6 – Caracterização de um projeto no sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta

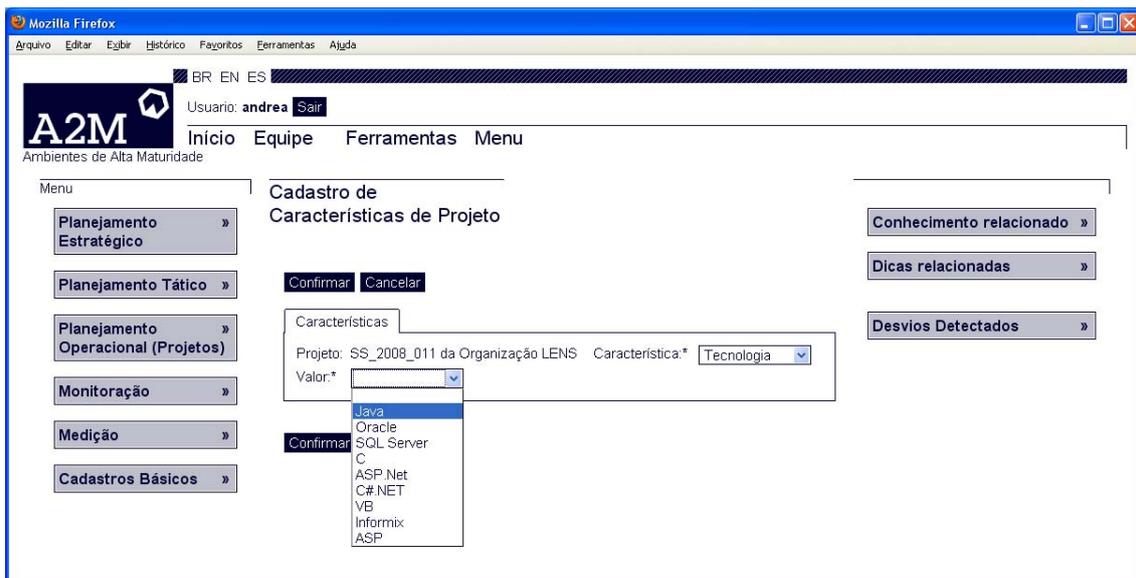
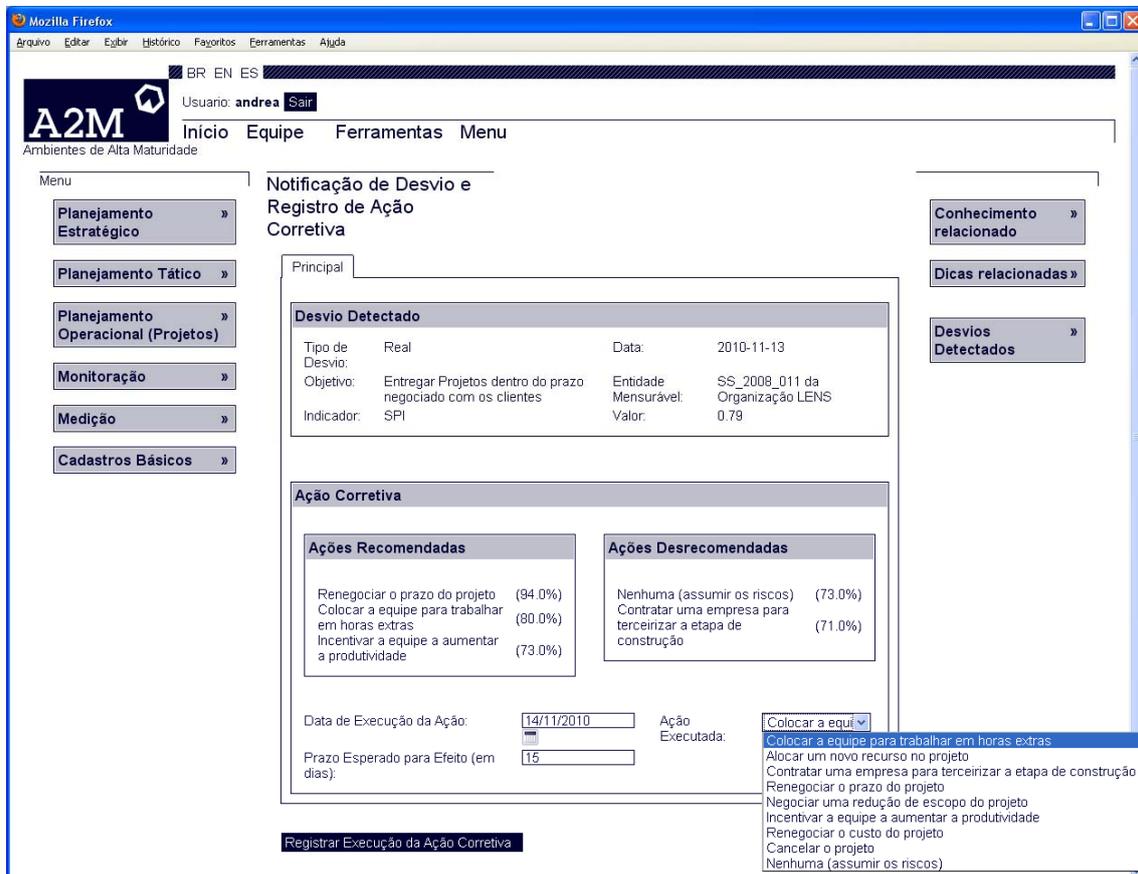


Figura 7.7 – Definição do valor de uma característica de um projeto no sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta

Para viabilizar a análise automática do efeito das ações executadas e a recomendação das ações corretivas mais adequadas dois agentes foram implementados no sistema de recomendação: o agente de análise do efeito e o agente de recomendação de ações.

O agente de recomendação de ações implementa a abordagem de recuperação definida na estratégia proposta e apresenta as ações recomendadas no momento da notificação do desvio. Para isso, esse agente implementa algoritmos de recuperação seqüencial e de dois níveis, seguindo os passos principais descritos na Figura 7.4 e na Figura 7.5. A Figura 7.8 mostra a tela do sistema de recomendação apresentando as ações corretivas recomendadas para tratar um desvio detectado e permitindo o registro da ação executada e o prazo esperado para observar o efeito dessa execução.

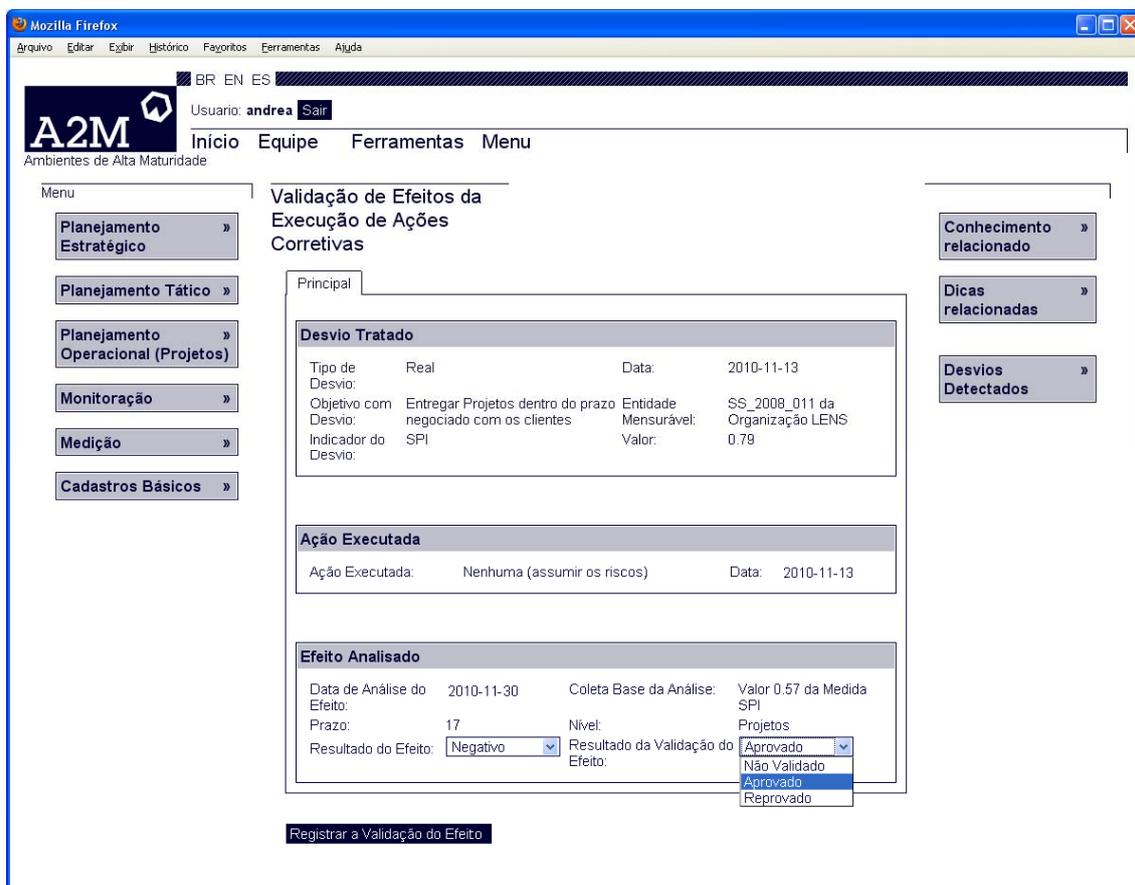


**Figura 7.8 – Recomendação de ações corretivas e registro da ação executada no sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta**

O agente de análise do efeito da execução da ação é responsável por monitorar continuamente a base de medidas à procura de novas coletas registradas para indicadores associados a desvios com ação executada e ainda sem efeito registrado.

Esse agente implementa a abordagem de análise do efeito de ações executadas definida na estratégia proposta. Para isso ele verifica as heurísticas propostas para a análise do efeito da ação executada, identifica aquela que é aplicável a cada nova coleta e então infere o efeito e registra o efeito inferido na base de casos.

Para possibilitar a validação do efeito pelo usuário, o sistema de recomendação desenvolvido apresenta ao usuário todos os efeitos inferidos e ainda não validados e permite que ele registre o resultado da sua validação, inclusive alterando o efeito inferido, caso julgue pertinente. A Figura 7.9 apresenta a tela do sistema de recomendação que permite a validação do efeito pelo usuário.



**Figura 7.9 – Validação do efeito pelo usuário no sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta**

Uma avaliação da estratégia para recomendação de ações corretivas usando o sistema de recomendação desenvolvido é descrita a seguir.

## **7.9 Avaliação Experimental da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas**

De acordo com SHULL *et al.* (2001), o uso de estudos experimentais para analisar o desenvolvimento de software pode prover validação para diferentes tecnologias e auxiliar a identificação de problemas presentes em novas tecnologias propostas. Assim, com o intuito de analisar a viabilidade de uso da estratégia proposta para recomendação de ações corretivas, uma avaliação dessa estratégia foi realizada por meio da condução de um estudo experimental.

A versão inicial da estratégia para recomendação de ações corretivas considerava somente a aplicação da técnica de recuperação seqüencial e, por isso, inicialmente o sistema de recomendação foi avaliado considerando somente essa técnica. Porém, conforme detalhado na análise dos resultados desse estudo experimental (seção 7.9.3), os resultados obtidos com a aplicação dessa técnica indicaram a necessidade de melhorar o desempenho da estratégia com relação à qualidade da recomendação. Por isso, a estratégia para recomendação de ações corretivas e o sistema de recomendação desenvolvido foram evoluídos para também considerarem a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis. Essa evolução melhorou o desempenho da estratégia, conforme detalhado a seguir.

As seções a seguir descrevem a definição e o planejamento do estudo, a execução do estudo e a análise dos resultados obtidos.

### **7.9.1 Definição e Planejamento do Estudo Experimental**

O estudo experimental teve como objetivo principal caracterizar a viabilidade de utilização da estratégia proposta para recomendação de ações corretivas durante a monitoração de objetivos de projeto de software, implementada no sistema de recomendação desenvolvido neste trabalho.

O objetivo deste estudo foi delineado a partir do paradigma GQM (BASILI *et al.*, 1994), como descrito a seguir:

### **Objetivo:**

**Analisar** a estratégia proposta para recomendação de ações corretivas

**Com o propósito de** caracterizar a viabilidade de uso

**Com relação ao** desempenho (qualidade da recomendação e tempo gasto) do sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta em comparação com a opinião de especialistas

**Do ponto de vista do** pesquisador

**No contexto da** monitoração de objetivos de projeto de software

### **Questão:**

A partir desse objetivo, a seguinte questão foi definida:

**Q1:** Dado um cenário de desvio relacionado a um objetivo de projeto, o sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta apresenta um desempenho aceitável, conforme descrito a seguir, que viabilize o uso da estratégia?

Para responder à questão definida, inicialmente foi necessário definir como o desempenho do sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta seria caracterizado. Neste estudo, essa caracterização considerou duas dimensões: (i) qualidade da recomendação; e, (ii) tempo gasto para recomendar as ações.

Para definir como a qualidade da recomendação seria caracterizada, um estudo baseado em revisão sistemática da literatura foi executado, conforme detalhado no Apêndice I, e com base nesse estudo as seguintes medidas foram selecionadas para indicarem a qualidade da recomendação: Precisão, Cobertura e F1, detalhadas a seguir. Uma medida específica de Acurácia definida na literatura também foi selecionada, como uma análise complementar.

### **Medidas:**

As medidas usadas nesse estudo são definidas da seguinte maneira (OLMO e GAUDIOSO, 2008; HERLOCKER *et al.*, 2004):

- Precisão: indica a probabilidade de uma ação recomendada pelo sistema de recomendação ser adequada. Neste estudo as ações foram consideradas como adequadas se foram indicadas pelos participantes, conforme descrito a seguir.

- Cobertura: indica a probabilidade de uma ação adequada ser recomendada pelo sistema de recomendação.
- F1: apresenta uma média harmônica<sup>6</sup> das medidas Precisão e Cobertura. Segundo HERLOCKER *et al.* (2004), freqüentemente a medida F1 é analisada em conjunto com a Precisão e a Cobertura, uma vez que essas duas medidas são conflitantes entre si. A medida F1 indica uma média balanceada entre Precisão e Cobertura.
- Acurácia: indica a probabilidade do sistema de recomendação fazer recomendações adequadas, isto é, recomendar ações adequadas e não recomendar ações não adequadas.
- Tempo: tempo gasto para recomendar as ações corretivas, medido em minutos.

As fórmulas de cálculo das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia são apresentadas a seguir.

$$\text{Precisão} = \frac{Nra}{Nra + Nrna} \quad (\text{i})$$

$$\text{F1} = \frac{2 * \text{Precisão} * \text{Cobertura}}{\text{Precisão} + \text{Cobertura}} \quad (\text{iii})$$

$$\text{Cobertura} = \frac{Nra}{Nra + Nnra} \quad (\text{ii})$$

$$\text{Acurácia} = \frac{Nra + Nnrna}{Nra + Nrna + Nnra + Nnrna} \quad (\text{iv})$$

Nas fórmulas (i), (ii) e (iv), *Nra* é o número de ações recomendadas pelo sistema de recomendação e adequadas segundo os participantes, *Nrna* é o número de ações recomendadas pelo sistema de recomendação e não adequadas, *Nnra* é o número de ações não recomendadas pelo sistema de recomendação e adequadas, e *Nnrna* é o número de ações não recomendadas pelo sistema de recomendação e não adequadas, conforme a tabela a seguir.

---

<sup>6</sup> A média harmônica costuma ser particularmente recomendada para análise de valores que sejam inversamente proporcionais.

**Tabela 7.11 - Variáveis para cálculo das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia.**

	<b>Ações Adequadas (indicadas pelos participantes)</b>	<b>Ações Não Adequadas (<i>não</i> indicadas pelos participantes)</b>
<b>Ações Recomendadas (sugeridas pelo sistema de recomendação)</b>	Nra	Nrna
<b>Ações Não Recomendadas (sugeridas pelo sistema de recomendação)</b>	Nnra	Nnrna

Para responder à questão definida também foi necessário caracterizar o que seria considerado um desempenho aceitável para o sistema de recomendação de modo que viabilizasse o uso da estratégia proposta. Com relação ao tempo, decidiu-se que um desempenho aceitável seria um tempo igual ou inferior ao tempo gasto pelos participantes.

Para determinar o que seria um desempenho aceitável quanto à qualidade da recomendação foi considerado que as recomendações dos participantes foram adequadas, uma vez que os participantes são especialistas em gerência de projetos, conforme caracterizado a seguir. Assim, os valores das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia para o sistema de recomendação foram calculados com relação à opinião dos participantes. Considerando que as medidas Precisão e Cobertura são conflitantes entre si e que a medida F1 apresenta uma média harmônica dessas duas medidas, conforme descrito anteriormente, a análise da qualidade da recomendação foi baseada somente na medida F1.

Para definir o que seria um valor aceitável para a medida F1, um segundo estudo baseado em revisão sistemática da literatura foi executado, conforme detalhado no Apêndice I. Esse estudo teve como resultado principal um conjunto de avaliações recentes de sistemas de recomendação usando as medidas Precisão, Cobertura e F1. Conforme análise detalhada no Apêndice I, o seguinte valor de referência para a medida F1 foi estabelecido para este estudo (CASTRO-HERRERA, 2010; INOUE e MATSUSAKA, 2010; LI e MURATA, 2010; YU *et al.*, 2010; ALABASTRO *et al.*, 2010; IJNTEMA *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2010; SAKAGUCHI *et al.*, 2010; MORALES-DEL-CASTILLO *et al.*, 2010; PORCEL e HERRERA-VIEDMA, 2009; KANAWATI e KAROUI, 2009; SUN *et al.*, 2009; MORALES-DEL-CASTILLO *et al.*, 2009; HART *et al.*, 2009):

- ✓ **Valor de referência para a medida F1:** 57,91%. Esse valor foi estabelecido a partir da análise de um conjunto de avaliações de sistemas de recomendação, conforme detalhado no Apêndice I. Esse valor indica que na média, balanceando a Precisão e a Cobertura do sistema de recomendação, 57,91% das ações recomendadas pelo sistema são adequadas.

### **Hipóteses:**

Nesse contexto, as seguintes hipóteses foram definidas:

- **Hipótese Nula - H01:** O sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta apresenta valores para a medida F1 inferiores a 57,91%.

**H01: Medida F1 Sistema de Recomendação < 57,91%**

**Hipótese Alternativa - HA1:** O sistema de recomendação que implementa a estratégia proposta apresenta valores para a medida F1 iguais ou maiores que 57,91%.

**HA1: Medida F1 Sistema de Recomendação >= 57,91%**

- **Hipótese Nula - H02:** O tempo gasto pelo sistema de recomendação desenvolvido para recomendar as ações corretivas mais adequadas é superior ao tempo gasto pelos participantes do estudo para determinar as ações mais adequadas.

**H02: Tempo Sistema de Recomendação > Tempo Participantes**

**Hipótese Alternativa - HA2:** O tempo gasto pelo sistema de recomendação desenvolvido para recomendar as ações corretivas mais adequadas é igual ou inferior ao tempo gasto pelos participantes do estudo para determinar as ações mais adequadas.

**HA2: Tempo Sistema de Recomendação <= Tempo Participantes**

### **Participantes:**

Os participantes do estudo foram gerentes de projeto experientes e a escolha dos indivíduos foi por conveniência. Para este estudo, foi considerado gerente de projeto

experiente aquele que possui experiência profissional superior a cinco anos em Gerência de Projetos e em Engenharia de Software e que já gerenciou pelo menos cinco projetos de software.

### **Contexto de Aplicação do Estudo:**

Os participantes do estudo foram requisitados a analisar quatro cenários de desvio em dois projetos de software definidos em laboratório (estudo *in-vitro*)<sup>7</sup>. Os mesmos cenários foram apresentados a todos os participantes e o objetivo de cada participante foi identificar as ações corretivas que ele julgava adequadas para tratar cada desvio ocorrido. Para isso, a lista das ações registradas no sistema de recomendação foi apresentada a cada participante. O processo utilizado foi *off-line*, porque as heurísticas não foram aplicadas durante um ciclo de desenvolvimento real do projeto de um software.

### **Variáveis:**

A principal variável independente desse estudo é a forma como as ações corretivas recomendadas foram determinadas. Os possíveis valores para essa variável foram:

1. Identificação das ações recomendadas usando o sistema de recomendação que implementa a estratégia de recomendação proposta; e,
2. Identificação das ações recomendadas pelos participantes.

As variáveis dependentes são:

1. Medida Precisão;
2. Medida Cobertura;
3. Medida F1;
4. Medida Acurácia; e,
5. Tempo gasto para a recomendação das ações corretivas.

### **Instrumentação:**

Como instrumentação do estudo, um questionário on-line descrevendo os dois projetos e os quatro cenários de desvio a serem analisados pelos participantes foi

---

<sup>7</sup> A caracterização dos projetos e cenários definidos está descrita no Apêndice III.

definido, permitindo que os participantes o acessassem através da Internet. Conforme detalhado no Apêndice III, esse questionário é composto de seis seções: (i) Caracterização do Participante; (ii) Caracterização do primeiro projeto com desvios - Projeto A; (iii) Caracterização dos dois desvios, relacionados a prazo, a serem analisados no primeiro projeto e registro das ações corretivas adequadas para tratar cada desvio; (iv) Caracterização do segundo projeto com desvios - Projeto B; (v) Caracterização dos dois desvios, relacionados a custo, a serem analisados no segundo projeto e registro das ações corretivas adequadas para tratar cada desvio; e, (vi) Registro do tempo gasto e de comentários adicionais.

Para caracterizar o desempenho do sistema de recomendação desenvolvido foi necessário alimentar a base de casos do sistema. Essa alimentação utilizou cenários de desvios relacionados a prazo e custo dos projetos, extraídos de dados de monitoração de projetos reais. Foram analisados 40 cenários de desvios, relacionados a prazo e custo, ocorridos em 10 projetos. Os projetos foram executados em 2 organizações distintas, sendo 4 projetos da organização X e 6 projetos da organização Y. Dos 40 cenários de desvio, foi possível identificar a ação corretiva executada e o posterior efeito da execução da ação em 38 cenários. Assim, a base de casos usada nesse estudo continha 38 casos completos (com cenário de ocorrência do desvio, ação executada e efeito da execução da ação).

Para obter as recomendações do sistema desenvolvido, os seguintes valores foram usados para os parâmetros de configuração do sistema de recomendação (conforme descrição dos parâmetros na seção 7.8):

**Tabela 7.12 - Parâmetros de configuração do sistema de recomendação usados na avaliação experimental**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valores Possíveis</b>
<i>Tipo de Análise da Similaridade Mínima</i>	Valor Mínimo de Similaridade
<i>Valor Mínimo de Similaridade</i>	60%, 65% ou 70%
<i>Técnica de Recuperação</i>	Seqüencial
	Dois Níveis
<i>Efeito Considerado</i>	Todos os casos, independentemente da validação do efeito pelo usuário.
<i>Varição Mínima para Análise do Efeito</i>	5%

## **Ameaças à Validade do Estudo:**

### Validade Interna

A validade interna observa se o tratamento realmente causa o resultado (WÖHLIN *et al.*, 2000). Neste estudo, três principais ameaças à validade interna foram consideradas: classificação da experiência dos participantes, medição da adequação das ações corretivas recomendadas e medição de tempo. Em relação à classificação de experiência dos participantes, ela foi uma auto-classificação, com base em número de experiências anteriores. Para reduzir essa ameaça, foi solicitado aos participantes que eles fossem precisos na indicação da experiência. Sobre a medição da adequação das ações corretivas recomendadas, o risco existente foi controlado utilizando as medidas Precisão, Cobertura e F1, que são recomendadas na literatura para medição dessa adequação, conforme descrito anteriormente. Por fim, com relação à última ameaça considerada, foi solicitado aos participantes que eles fossem muito precisos nas suas medições de tempo, porém não há garantia que o tempo relatado foi realmente medido cuidadosamente.

### Validade Externa

A validade externa preocupa-se com a generalização dos resultados (WÖHLIN *et al.*, 2000). Duas principais ameaças à validade externa foram consideradas neste estudo: a validade dos cenários de desvio definidos em laboratório como representante de cenários de desvio em projetos reais e a falta de interesse dos participantes no estudo. Com relação à validade do cenário, apesar de os cenários usados no estudo terem sido definidos com base em cenários reais, não é possível afirmar que os cenários definidos em laboratório representem todo tipo de cenário possível de ocorrer durante a monitoração de um projeto de software, uma vez que são várias as situações possíveis de desvio. A falta de interesse dos participantes no estudo também foi considerada uma ameaça, uma vez que é possível que alguns indivíduos tenham realizado o estudo de forma descompromissada, sem um interesse real na identificação das ações corretivas mais adequadas, como aconteceria em um projeto real. No entanto, essa ameaça oferece um risco menor à validade externa do estudo, uma vez que este estudo visa caracterizar a viabilidade de utilização da estratégia proposta.

### Validade de Constructo

A validade de constructo considera os relacionamentos entre a teoria e a observação, ou seja, se o tratamento reflete bem a causa e o resultado reflete bem o efeito (WÖHLIN *et al.*, 2000). Neste estudo, os mesmos cenários de desvio foram usados na determinação das ações corretivas adequadas tanto pelo sistema de recomendação como pelos participantes. Os dados utilizados para alimentar o sistema de recomendação foram extraídos de cenários de desvios reais detectados na monitoração de projetos previamente desenvolvidos. Outra ameaça à validade de constructo considerada neste estudo é a quantidade de cenários de desvio previamente inseridos no sistema (casos), uma vez que a sugestão do sistema de recomendação foi baseada nesses cenários. Neste estudo essa ameaça foi minimizada ao alimentar o sistema de recomendação com 38 cenários de desvios reais detectados na monitoração de projetos.

### Validade de Conclusão

A validade de conclusão observa a relação entre o tratamento e o resultado, determinando a capacidade do estudo em gerar alguma conclusão (WÖHLIN *et al.*, 2000). A principal ameaça à validade de conclusão considerada neste estudo é o tamanho da amostra, com um número pequeno de participantes, não sendo o ideal do ponto de vista estatístico. Por isso, este estudo apresenta uma limitação nos resultados que são considerados indícios.

O planejamento e o questionário utilizado no estudo foram revisados por um pesquisador experiente em Engenharia de Software Experimental e que não possui interesse direto nos resultados do estudo, visando minimizar a presença de viés. Além disso, um piloto do estudo foi realizado com um gerente de projetos experiente e então alguns ajustes foram feitos. A seleção deste pesquisador e do gerente de projetos experiente foi baseada em conveniência considerando a disponibilidade e o conhecimento prático nos temas envolvidos do estudo.

### **7.9.2 Execução do Estudo Experimental**

Para executar o estudo, o questionário definido como instrumento foi disponibilizado na Internet e os participantes do estudo foram contatados por e-mail.

Esse e-mail solicitava que respondessem o questionário e apresentava o endereço onde o questionário poderia ser acessado.

Esse email foi enviado aos 24 participantes selecionados conforme descrito no planejamento do estudo e 20 deles responderam o questionário, o que representa uma taxa de resposta de 83,3%.

Os quatro cenários de desvio apresentados aos participantes no questionário também foram cadastrados no sistema de recomendação e então as ações recomendadas pelo sistema para tratar esses desvios foram obtidas. Para obter essa recomendação do sistema, inicialmente somente a técnica de recuperação seqüencial foi aplicada. Além disso, foram obtidas as ações recomendadas considerando três valores mínimos de similaridade: 60%, 65% ou 70%.

Para cada um dos valores mínimos de similaridade definidos, as medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia foram calculadas da seguinte forma:

1. Para cada participante, as ações indicadas como adequadas pelo participante para cada um dos quatro desvios analisados foram identificadas e comparadas com as ações sugeridas pelo sistema de recomendação para os mesmos desvios. Com base nessa comparação, as medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia para o sistema de recomendação em relação ao participante foram calculadas, para cada desvio analisado, conforme as fórmulas descritas anteriormente.
2. As medidas calculadas considerando os quatro desvios analisados por cada participante foram consolidadas usando a média aritmética, caracterizando o valor das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia para o sistema de recomendação em relação a cada participante.
3. Finalmente as medidas calculadas para o sistema de recomendação em relação a cada participante foram consolidadas usando a média aritmética, caracterizando o valor das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia para o sistema de recomendação, para cada um dos três valores mínimos de similaridade definidos.

A Tabela 7.13 apresenta o número de ações recomendadas pelo sistema para cada desvio, considerando os três valores mínimos de similaridade e a aplicação da técnica de recuperação seqüencial. O tempo gasto pelo sistema para fazer a recomendação também é apresentado.

**Tabela 7.13 - Número de ações recomendadas pelo sistema de recomendação e tempo gasto, quando aplicada a técnica de recuperação seqüencial e consideradas as similaridades mínimas de 60%, 65% e 70%**

Projeto	Desvio	Número de Ações Recomendadas			Tempo (em minutos - mm:ss)
		Similaridade Mínima de 60%	Similaridade Mínima de 65%	Similaridade Mínima de 70%	
A	1	6	5	5	00:35
	2	6	6	4	00:34
B	3	6	4	4	00:34
	4	6	5	4	00:35

A análise dos resultados obtidos é apresentada a seguir.

### 7.9.3 Análise dos Resultados do Estudo Experimental

Inicialmente as informações de caracterização dos participantes foram analisadas. A Tabela 7.14 apresenta algumas informações de caracterização dos participantes deste estudo. As experiências em Gerência de Projetos e em Engenharia de Software foram informadas em anos.

**Tabela 7.14 - Caracterização dos participantes da avaliação experimental da estratégia proposta**

ID	Formação	Número de Projetos que já gerenciou	Experiência em Gerência de Projetos de Software (em anos)	Experiência em Engenharia de Software (em anos)	Certificação em Gerência de Projetos
1	Mestre	20 ou mais	8	9	x
2	Doutor	10	20 ou mais	20 ou mais	
3	Graduado	20 ou mais	11	20 ou mais	
4	Mestre	15	14	17	x
5	Graduado	20 ou mais	15	20 ou mais	
6	Mestre	5	Até 2	12	
7	Graduado	11	15	20 ou mais	
8	Graduado	20 ou mais	20 ou mais	20 ou mais	
9	Doutor	10	10	15	
10	Mestre	4	6	10	
11	Graduado	20 ou mais	10	12	
12	Doutor	8	9	13	
13	Mestre	13	10	12	x

ID	Formação	Número de Projetos que já gerenciou	Experiência em Gerência de Projetos de Software (em anos)	Experiência em Engenharia de Software (em anos)	Certificação em Gerência de Projetos
14	Graduado	10	6	13	
15	Doutor	10	10	15	
16	Mestre	20 ou mais	20 ou mais	20 ou mais	
17	Doutor	6	10	12	
18	Doutor	10	8	13	x
19	Mestre	20 ou mais	8	15	
20	Doutor	20 ou mais	20 ou mais	20 ou mais	

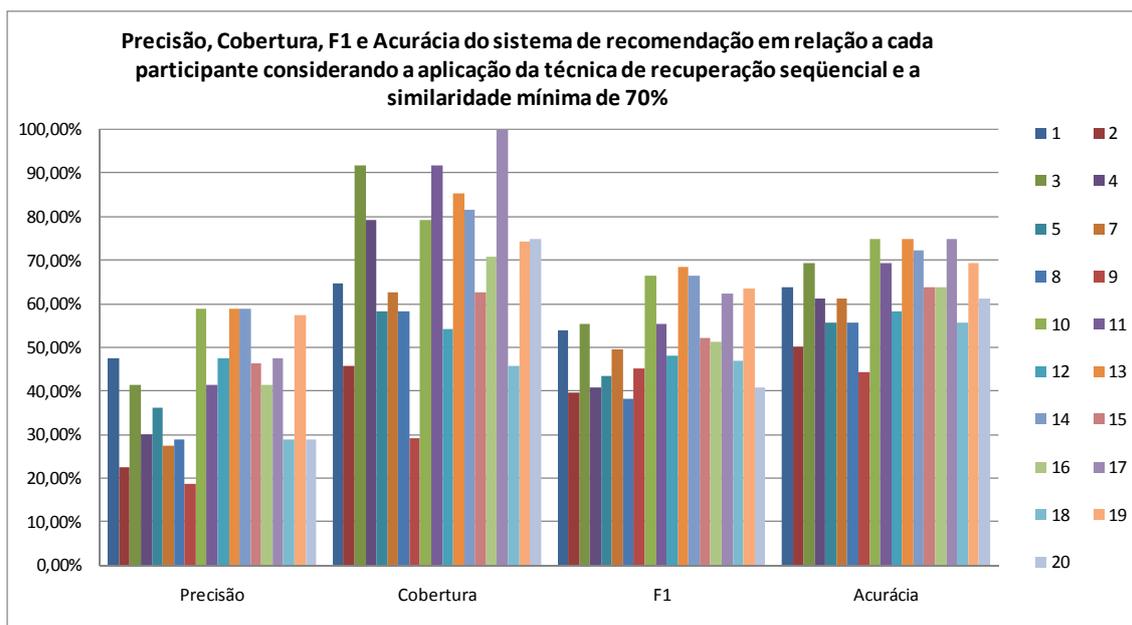
A partir dessa análise foi possível identificar que o *participante 6* não possui experiência suficiente para ser classificado como gerente experiente, tal como definido no planejamento do estudo, uma vez que a sua experiência em Gerência de Projetos é inferior a cinco anos. Por isso, as respostas desse participante foram desconsideradas na análise dos resultados. Assim, as medidas foram coletadas e analisadas para 19 participantes.

Conforme descrito na seção anterior, as medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia foram calculadas para o sistema de recomendação em relação a cada participante. A Tabela 7.15, a Tabela 7.16, a Tabela 7.17, a Figura 7.10, a Figura 7.11 e a Figura 7.12 apresentam essas medidas coletadas para o sistema de recomendação em relação a cada participante, considerando as três similaridades mínimas analisadas e a aplicação da técnica de recuperação seqüencial.

**Tabela 7.15 - Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação seqüencial* e a similaridade mínima de 70%**

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
1	47,50%	64,58%	53,87%	63,89%
2	22,50%	45,83%	39,68%	50,00%
3	41,25%	91,67%	55,24%	69,44%
4	30,00%	79,17%	40,95%	61,11%
5	36,25%	58,33%	43,45%	55,56%
7	27,50%	62,50%	49,44%	61,11%
8	28,75%	58,33%	38,10%	55,56%

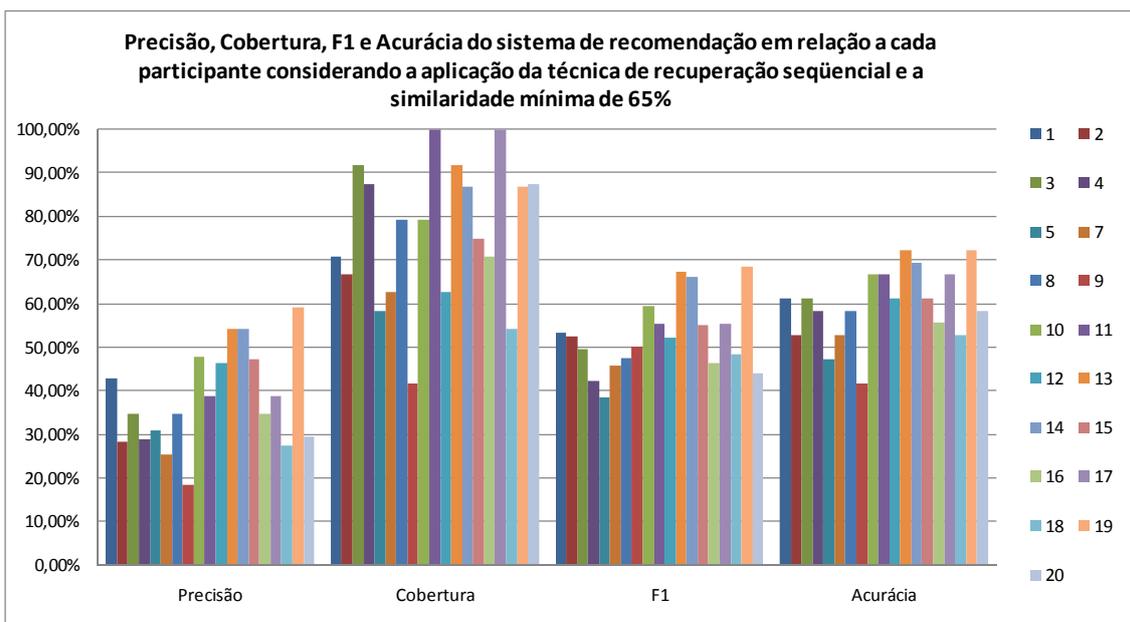
ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
9	18,75%	29,17%	45,24%	44,44%
10	58,75%	79,17%	66,37%	75,00%
11	41,25%	91,67%	55,24%	69,44%
12	47,50%	54,17%	47,98%	58,33%
13	58,75%	85,42%	68,45%	75,00%
14	58,75%	81,67%	66,37%	72,22%
15	46,25%	62,50%	52,08%	63,89%
16	41,25%	70,83%	51,19%	63,89%
17	47,50%	100,00%	62,38%	75,00%
18	28,75%	45,83%	46,83%	55,56%
19	57,50%	74,17%	63,45%	69,44%
20	28,75%	75,00%	40,95%	61,11%



**Figura 7.10 – Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da técnica de recuperação seqüencial e a similaridade mínima de 70%**

**Tabela 7.16 - Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação seqüencial* e a similaridade mínima de 65%**

<b>ID</b>	<b>Precisão</b>	<b>Cobertura</b>	<b>F1</b>	<b>Acurácia</b>
1	42,92%	70,83%	53,33%	61,11%
2	28,33%	66,67%	52,38%	52,78%
3	34,58%	91,67%	49,68%	61,11%
4	28,75%	87,50%	42,14%	58,33%
5	30,83%	58,33%	38,39%	47,22%
7	25,42%	62,50%	45,63%	52,78%
8	34,58%	79,17%	47,62%	58,33%
9	18,33%	41,67%	50,00%	41,67%
10	47,92%	79,17%	59,58%	66,67%
11	38,75%	100,00%	55,24%	66,67%
12	46,25%	62,50%	52,08%	61,11%
13	54,17%	91,67%	67,32%	72,22%
14	54,17%	86,67%	66,10%	69,44%
15	47,08%	75,00%	55,06%	61,11%
16	34,58%	70,83%	46,23%	55,56%
17	38,75%	100,00%	55,24%	66,67%
18	27,50%	54,17%	48,41%	52,78%
19	59,17%	86,67%	68,57%	72,22%
20	29,58%	87,50%	43,93%	58,33%

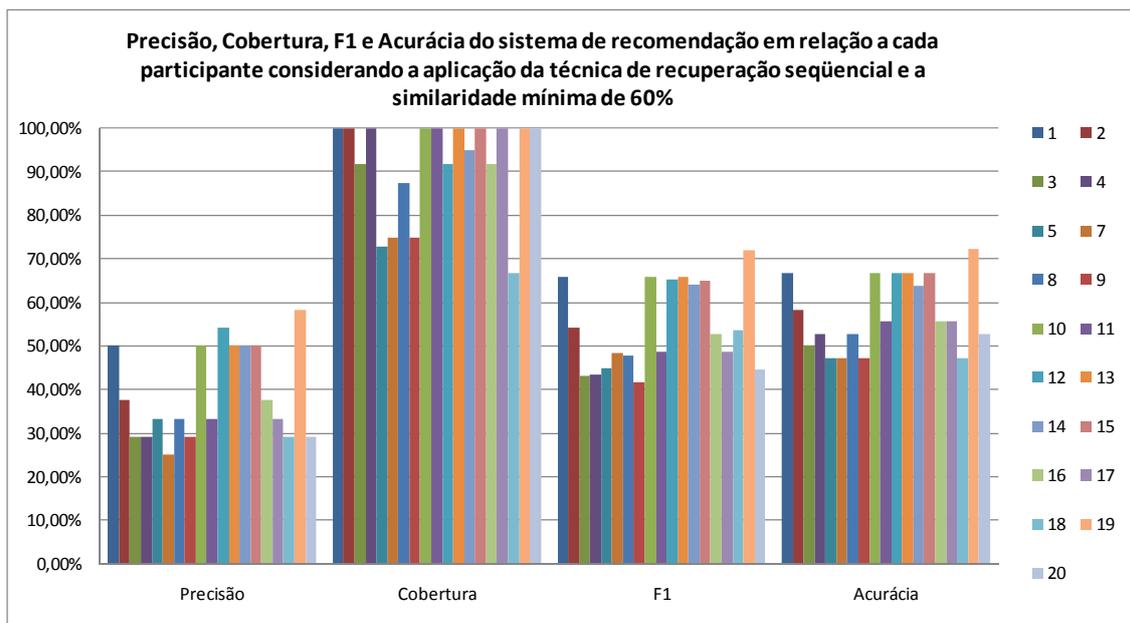


**Figura 7.11 – Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação seqüencial* e a similaridade mínima de 65%**

**Tabela 7.17 - Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação seqüencial* e a similaridade mínima de 60%**

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
1	50,00%	100,00%	65,83%	66,67%
2	37,50%	100,00%	54,17%	58,33%
3	29,17%	91,67%	43,25%	50,00%
4	29,17%	100,00%	43,45%	52,78%
5	33,33%	72,92%	44,86%	47,22%
7	25,00%	75,00%	48,41%	47,22%
8	33,33%	87,50%	47,92%	52,78%
9	29,17%	75,00%	41,67%	47,22%
10	50,00%	100,00%	65,83%	66,67%
11	33,33%	100,00%	48,81%	55,56%
12	54,17%	91,67%	65,28%	66,67%
13	50,00%	100,00%	65,83%	66,67%
14	50,00%	95,00%	64,02%	63,89%
15	50,00%	100,00%	65,00%	66,67%

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
16	37,50%	91,67%	52,78%	55,56%
17	33,33%	100,00%	48,81%	55,56%
18	29,17%	66,67%	53,70%	47,22%
19	58,33%	100,00%	71,89%	72,22%
20	29,17%	100,00%	44,64%	52,78%

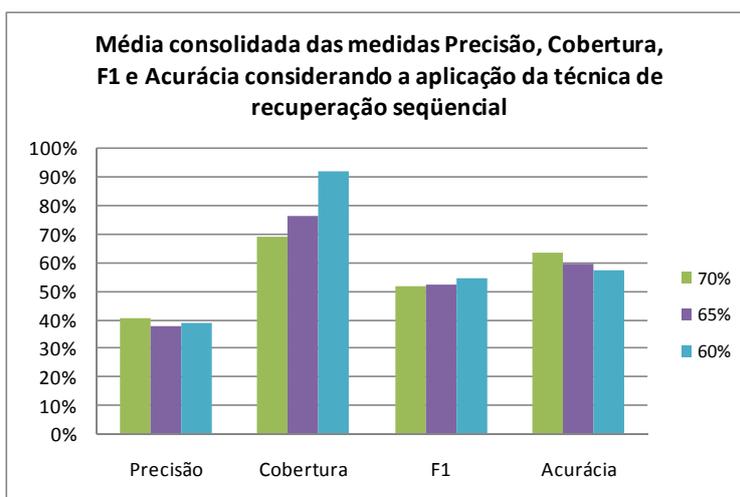


**Figura 7.12 – Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da técnica de recuperação seqüencial e a similaridade mínima de 60%**

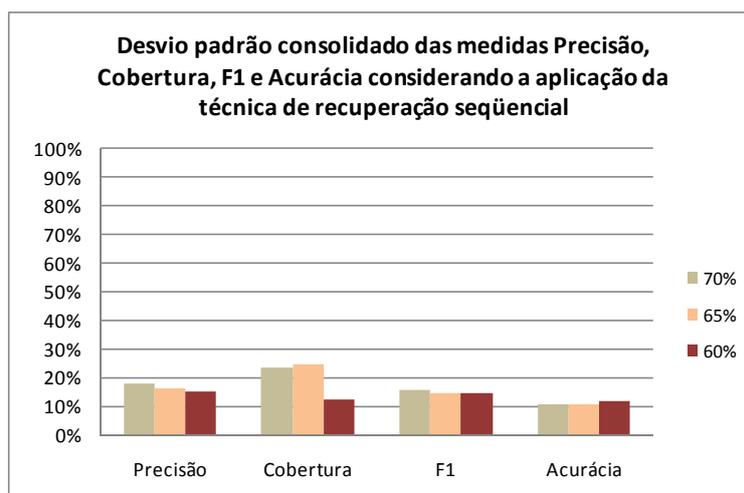
Uma análise consolidada das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia também foi feita, conforme descrito na seção anterior. A Tabela 7.18, a Figura 7.13 e a Figura 7.14 apresentam a média e o desvio padrão consolidados das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia para o sistema de recomendação, considerando as três similaridades mínimas analisadas e a aplicação da técnica de recuperação seqüencial.

**Tabela 7.18 - Média e desvio padrão consolidados das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação seqüencial**

Similaridade Mínima	Precisão		Cobertura		F1		Acurácia	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
70%	40,39%	17,88%	68,95%	23,52%	51,96%	15,43%	63,16%	10,52%
65%	37,98%	16,14%	76,45%	24,86%	52,47%	14,46%	59,80%	10,93%
60%	39,04%	15,21%	91,95%	12,20%	54,53%	14,64%	57,46%	11,50%



**Figura 7.13 – Média consolidada das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação seqüencial**



**Figura 7.14 – Desvio padrão consolidado das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação seqüencial**

O tempo gasto por cada participante para determinar as ações adequadas também foi analisado. A Tabela 7.19 apresenta esse tempo. O tempo médio foi de 11,8 minutos com um desvio padrão de 5,1 minutos.

**Tabela 7.19 - Tempo gasto por cada participante para determinar as ações adequadas para os quatro desvios analisados**

ID	Tempo (em minutos)						
1	16	2	10	3	6	4	9
5	15	7	10	8	22	9	8
10	2	11	16	12	18	13	9
14	5	15	12	16	12	17	19
18	8	19	15	20	13	-	-

Considerando a medida F1 calculada para o sistema de recomendação, quando aplicada a *técnica de recuperação seqüencial*, e o tempo demandado pelo sistema de recomendação e pelos participantes para determinar as ações a serem recomendadas, as duas hipóteses nulas definidas no estudo foram analisadas.

- **Hipótese Nula - H02:** Tempo Sistema de Recomendação > Tempo Participantes

Considerando que o tempo médio gasto pelo sistema de recomendação, quando aplicada a *técnica de recuperação seqüencial*, foi de 35 segundos, conforme exibido na Tabela 7.13, e que o tempo médio gasto pelos participantes foi de 11,8 minutos, conforme exibido na Tabela 7.19, a hipótese nula H02 foi rejeitada.

Assim, a análise dos resultados obtidos nesse estudo indicam que, para os três valores mínimos de similaridade analisados (60%, 65% e 70%) e usando a *técnica de recuperação seqüencial*, a estratégia proposta apresenta um desempenho aceitável com relação ao tempo.

- **Hipótese Nula - H01:** Medida F1 Sistema de Recomendação < 57,91%

Considerando que o sistema de recomendação, quando aplicada a *técnica de recuperação seqüencial*, apresentou valores para a medida F1 inferiores a 57,91% para

os três valores mínimos de similaridade analisados (60%, 65% e 70%), conforme exibido na Tabela 7.18, a hipótese nula H01 não pôde ser rejeitada.

Diante desses resultados, observou-se que, para viabilizar a utilização da estratégia proposta, era preciso melhorar o desempenho da estratégia com relação à qualidade da recomendação. Para isso, a versão inicial da estratégia para recomendação de ações corretivas foi evoluída para considerar também a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis, uma vez que esta técnica tende a ser mais eficiente quando comparada à técnica de recuperação seqüencial (WANGENHEIM e WANGENHEIM, 2003). Após a evolução da estratégia proposta, o sistema de recomendação desenvolvido também foi evoluído para implementar a nova técnica de recuperação.

Após essa melhoria na estratégia e no sistema de recomendação, as medidas Precisão, Cobertura, F1, Acurácia e tempo foram novamente calculadas para o sistema de recomendação, seguindo os mesmos procedimentos e cálculos aplicados para a análise do sistema com a aplicação da técnica de recuperação seqüencial. Nesse estudo, somente o índice “Categoria do Objetivo” foi adotado como *índice do primeiro nível* (conforme descrito na seção 7.6), por ter sido a categoria avaliada com maior grau de relevância pelos participantes do *survey*, conforme descrito na seção 7.5.1.3.

A Tabela 7.20 apresenta o número de ações recomendadas pelo sistema para cada desvio, considerando os três valores mínimos de similaridade e a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis. O tempo gasto pelo sistema para fazer a recomendação também é apresentado.

**Tabela 7.20 - Número de ações recomendadas pelo sistema de recomendação e tempo gasto, quando aplicada a técnica de recuperação de dois níveis e consideradas as similaridades mínimas de 60%, 65% e 70%**

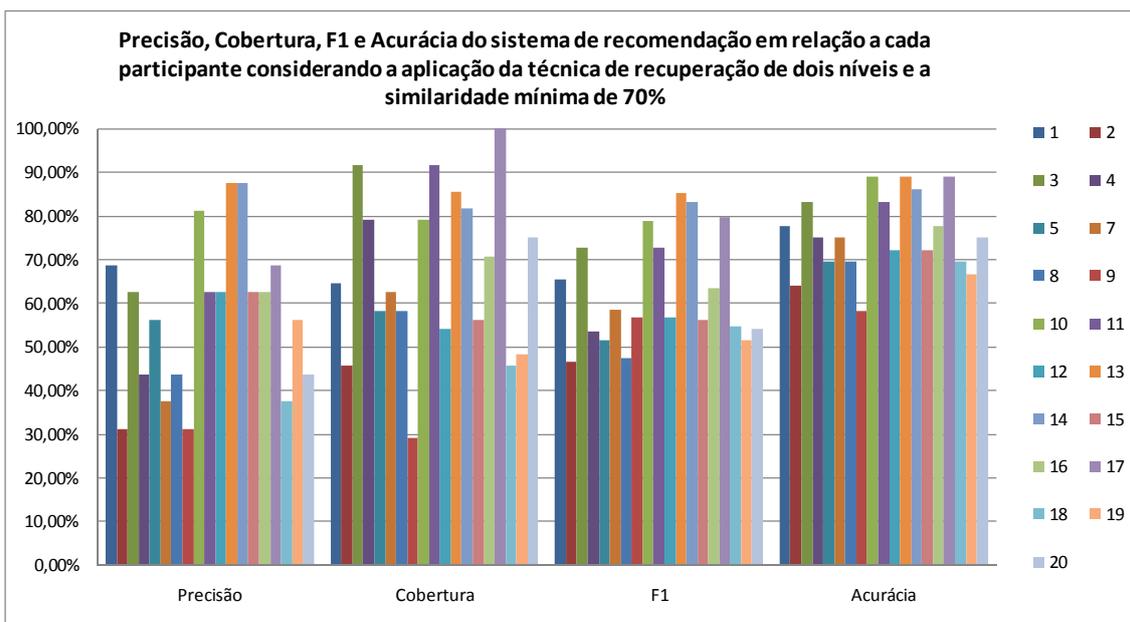
Projeto	Desvio	Número de Ações Recomendadas			Tempo (em minutos - mm:ss)
		Similaridade Mínima de 60%	Similaridade Mínima de 65%	Similaridade Mínima de 70%	
A	1	5	4	4	00:30
	2	5	5	4	00:29
B	3	2	2	2	00:25
	4	2	2	2	00:24

A Tabela 7.21, a Tabela 7.22, a Tabela 7.23, a Figura 7.15, a Figura 7.16 e a Figura 7.17 apresentam essas medidas coletadas para o sistema de recomendação em relação a

cada participante, considerando as três similaridades mínimas analisadas e a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis.

**Tabela 7.21 - Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação de dois níveis* e a similaridade mínima de 70%**

<b>ID</b>	<b>Precisão</b>	<b>Cobertura</b>	<b>F1</b>	<b>Acurácia</b>
1	68,75%	64,58%	65,54%	77,78%
2	31,25%	45,83%	46,67%	63,89%
3	62,50%	91,67%	72,62%	83,33%
4	43,75%	79,17%	53,45%	75,00%
5	56,25%	58,33%	51,67%	69,44%
7	37,50%	62,50%	58,57%	75,00%
8	43,75%	58,33%	47,50%	69,44%
9	31,25%	29,17%	56,67%	58,33%
10	81,25%	79,17%	78,93%	88,89%
11	62,50%	91,67%	72,62%	83,33%
12	62,50%	54,17%	56,79%	72,22%
13	87,50%	85,42%	85,18%	88,89%
14	87,50%	81,67%	83,10%	86,11%
15	62,50%	56,25%	56,25%	72,22%
16	62,50%	70,83%	63,45%	77,78%
17	68,75%	100,00%	79,76%	88,89%
18	37,50%	45,83%	54,76%	69,44%
19	56,25%	48,33%	51,67%	66,67%
20	43,75%	75,00%	54,17%	75,00%

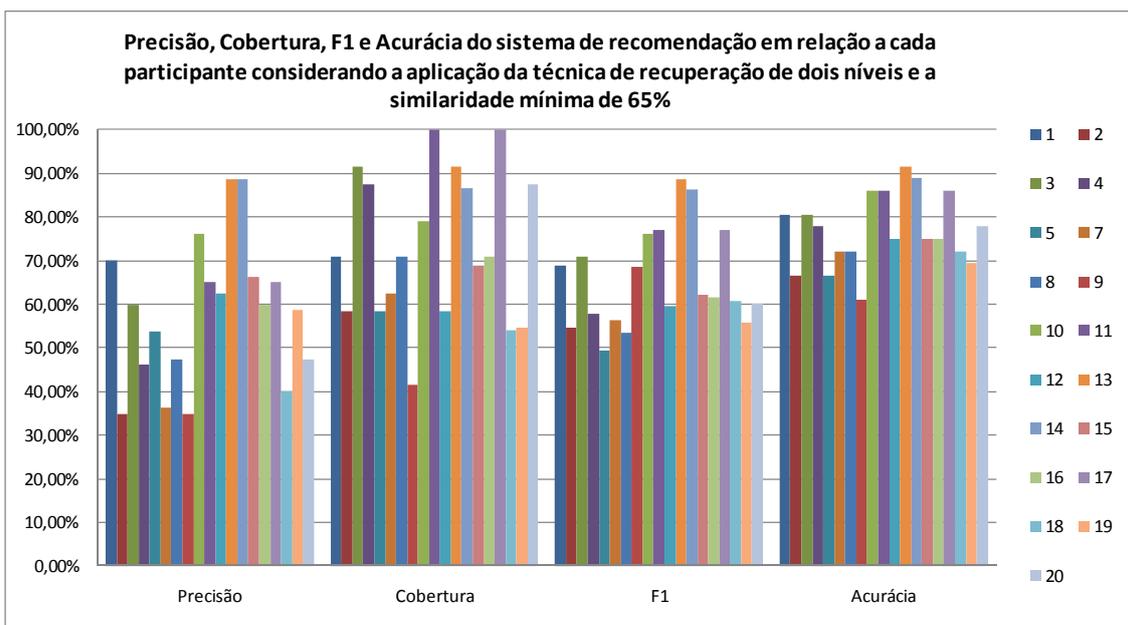


**Figura 7.15 – Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação de dois níveis* e a similaridade mínima de 70%**

**Tabela 7.22 - Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da *técnica de recuperação de dois níveis* e a similaridade mínima de 65%**

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
1	70,00%	70,83%	69,01%	80,56%
2	35,00%	58,33%	54,60%	66,67%
3	60,00%	91,67%	70,83%	80,56%
4	46,25%	87,50%	57,92%	77,78%
5	53,75%	58,33%	49,29%	66,67%
7	36,25%	62,50%	56,35%	72,22%
8	47,50%	70,83%	53,45%	72,22%
9	35,00%	41,67%	68,57%	61,11%
10	76,25%	79,17%	76,15%	86,11%
11	65,00%	100,00%	77,08%	86,11%
12	62,50%	58,33%	59,51%	75,00%
13	88,75%	91,67%	88,65%	91,67%
14	88,75%	86,67%	86,43%	88,89%
15	66,25%	68,75%	62,20%	75,00%

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
16	60,00%	70,83%	61,67%	75,00%
17	65,00%	100,00%	77,08%	86,11%
18	40,00%	54,17%	60,71%	72,22%
19	58,75%	54,58%	55,83%	69,44%
20	47,50%	87,50%	60,12%	77,78%

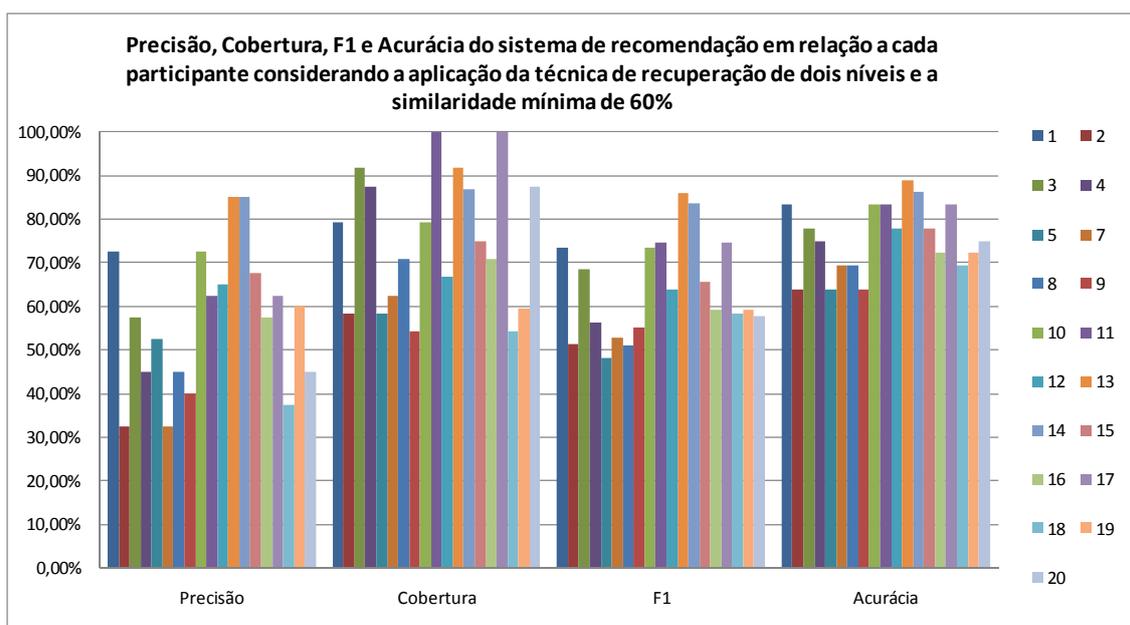


**Figura 7.16 – Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis e a similaridade mínima de 65%**

**Tabela 7.23 - Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis e a similaridade mínima de 60%**

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
1	72,50%	79,17%	73,47%	83,33%
2	32,50%	58,33%	51,43%	63,89%
3	57,50%	91,67%	68,45%	77,78%
4	45,00%	87,50%	56,25%	75,00%
5	52,50%	58,33%	48,10%	63,89%
7	32,50%	62,50%	52,78%	69,44%
8	45,00%	70,83%	51,07%	69,44%

ID	Precisão	Cobertura	F1	Acurácia
9	40,00%	54,17%	55,24%	63,89%
10	72,50%	79,17%	73,47%	83,33%
11	62,50%	100,00%	74,70%	83,33%
12	65,00%	66,67%	63,98%	77,78%
13	85,00%	91,67%	85,97%	88,89%
14	85,00%	86,67%	83,75%	86,11%
15	67,50%	75,00%	65,67%	77,78%
16	57,50%	70,83%	59,29%	72,22%
17	62,50%	100,00%	74,70%	83,33%
18	37,50%	54,17%	58,33%	69,44%
19	60,00%	59,58%	59,17%	72,22%
20	45,00%	87,50%	57,74%	75,00%



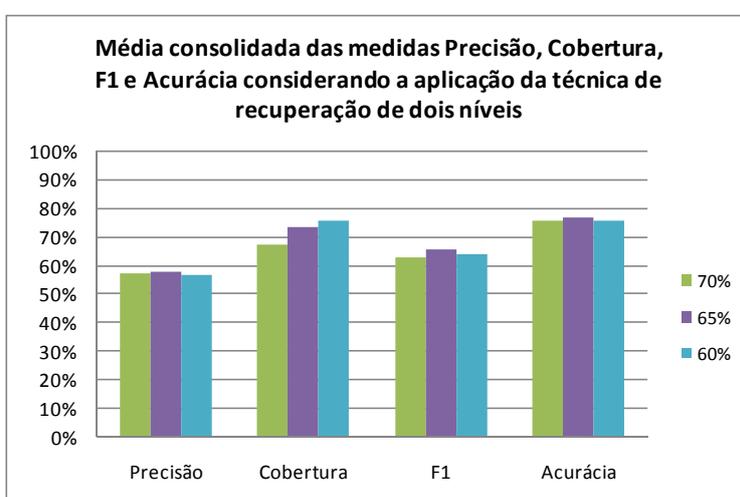
**Figura 7.17 – Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia do sistema de recomendação em relação a cada participante considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis e a similaridade mínima de 60%**

Uma análise consolidada das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis também foi feita, conforme descrito na seção anterior. A Tabela 7.24, a Figura 7.18 e a Figura 7.19 apresentam a média e o desvio padrão consolidados das medidas Precisão, Cobertura,

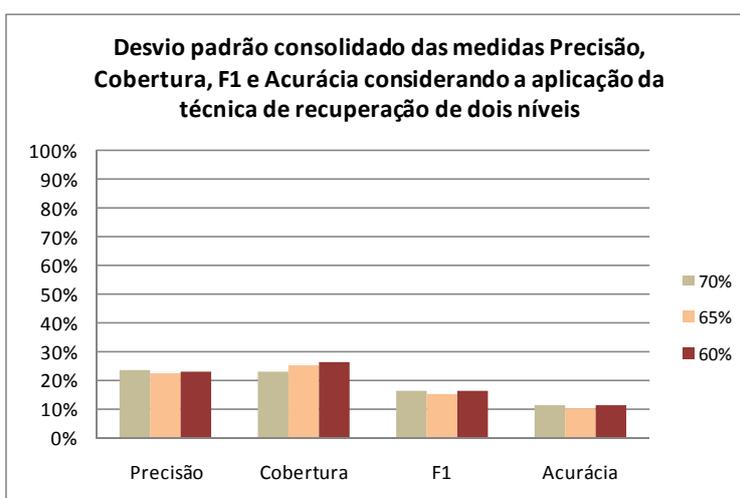
F1 e Acurácia para o sistema de recomendação, considerando as três similaridades mínimas analisadas e a aplicação da técnica de recuperação sequencial.

**Tabela 7.24 - Média e desvio padrão consolidados das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis**

Similaridade Mínima	Precisão		Cobertura		F1		Acurácia	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
70%	57,24%	23,31%	67,26%	22,89%	62,60%	16,38%	75,88%	11,07%
65%	58,03%	22,39%	73,33%	25,39%	65,55%	15,11%	76,90%	10,18%
60%	56,71%	23,17%	75,46%	26,12%	63,87%	16,20%	75,58%	11,07%



**Figura 7.18 – Média consolidada das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis**



**Figura 7.19 – Desvio padrão consolidado das medidas Precisão, Cobertura, F1 e Acurácia considerando a aplicação da técnica de recuperação de dois níveis**

Considerando a medida F1 calculada para o sistema de recomendação, quando aplicada a *técnica de recuperação de dois níveis*, e o tempo demandado pelo sistema de recomendação e pelos participantes para determinar as ações a serem recomendadas, as duas hipóteses nulas definidas no estudo foram novamente analisadas.

- **Hipótese Nula - H02:** Tempo Sistema de Recomendação > Tempo Participantes

Considerando que o tempo médio gasto pelo sistema de recomendação, quando aplicada a *técnica de recuperação de dois níveis*, foi de 27 segundos, conforme exibido na Tabela 7.20, e que o tempo médio gasto pelos participantes foi de 11,8 minutos, conforme exibido na Tabela 7.19, a hipótese nula H02 novamente foi rejeitada.

Assim, a análise resultados obtidos nesse estudo indicam que, para os três valores mínimos de similaridade analisados (60%, 65% e 70%) e usando a *técnica de recuperação de dois níveis*, a estratégia proposta apresenta um desempenho aceitável com relação ao tempo.

- **Hipótese Nula - H01:** Medida F1 Sistema de Recomendação < 57,91%

Considerando que o sistema de recomendação, quando aplicada a *técnica de recuperação de dois níveis*, apresentou os valores 62,60%, 65,55% e 63,87% para a medida F1 que são superiores a 57,91%, para os três valores mínimos de similaridade analisados (60%, 65% e 70%), conforme exibido na Tabela 7.24, pode-se dizer que o sistema de recomendação apresentou um desempenho aceitável dado que o valor médio da medida F1 é superior ao valor de referência. Porém, considerando o desvio padrão médio da medida F1 obtida pelo sistema de recomendação (15,89%) e o desvio padrão médio do valor de referência (17,34%), não foi possível rejeitar a hipótese nula H01. Assim, os resultados deste estudo apresentam indícios de que o desempenho do sistema de recomendação proposto é equivalente ao desempenho dos sistemas considerados no cálculo do valor de referência.

Assim, a análise dos resultados obtidos nesse estudo indicam que, para os três valores mínimos de similaridade analisados (60%, 65% e 70%) e usando a *técnica de recuperação de dois níveis*, a estratégia proposta apresenta um desempenho aceitável com relação à qualidade da recomendação.

Uma análise complementar da medida Acurácia também mostrou um bom desempenho do sistema de recomendação, principalmente quando aplicada a técnica de recuperação de dois níveis, uma vez que, nesse contexto e para todos os três valores mínimos de similaridade analisados, a Acurácia foi superior a 75%. Essa medida indica que, considerando os dados analisados nesse estudo, a probabilidade de a estratégia proposta fazer recomendações adequadas, isto é, recomendar ações adequadas e não recomendar ações não adequadas é superior a 75%.

Uma grande limitação desse estudo foi o número de participantes, que restringiu a aplicação de teste estatístico dos dados. No entanto, embora os resultados desse estudo não possam ser generalizados, eles apresentam indícios de que a estratégia para recomendação de ações corretivas é útil para o gerente de projetos no momento da monitoração dos objetivos do projeto, uma vez que ela é capaz de fazer boas recomendações de ações corretivas para tratar os desvios detectados.

## **7.10 Considerações Finais**

Neste capítulo foi apresentada a estratégia para recomendação de ações corretivas mais adequadas para tratar os desvios detectados pela infra-estrutura de monitoração dos objetivos proposta neste trabalho, destacando-se a aplicação desta estratégia tanto ao *Cenário sem alta maturidade* como ao *Cenário com alta maturidade*.

A estratégia proposta aplica a abordagem Raciocínio Baseado em Casos - RBC e, nesse contexto, também foram discutidos a definição da representação de um caso, a análise de similaridade entre casos, a recuperação de casos similares e o aprendizado a partir das ações corretivas executadas conforme proposto na estratégia.

O planejamento, a execução e a análise dos resultados obtidos com a execução de *survey* para apoiar a análise de similaridade entre cenários de desvio em projetos de software também foram descritos. Além disso, o sistema de recomendação desenvolvido para implementar a estratégia proposta também foi apresentado.

Um estudo experimental para avaliar a estratégia proposta foi apresentado detalhadamente, incluindo o planejamento, a execução e a análise dos resultados obtidos no estudo. Este estudo apresentou indícios de que a estratégia para recomendação de ações corretivas é útil para o gerente de projetos no momento da monitoração dos objetivos do projeto, uma vez que ela é capaz de fazer boas recomendações de ações corretivas para tratar os desvios detectados. A Acurácia medida nesse estudo indicou

que a probabilidade de a estratégia proposta fazer recomendações adequadas é superior a 75%.

O próximo capítulo apresenta as conclusões e as principais contribuições desta tese, bem como as perspectivas futuras para continuidade da pesquisa.

# CAPÍTULO 8 – Conclusões e Perspectivas Futuras

## 8.1 Conclusão

Uma organização que busque a melhoria de seus processos de software precisa se preocupar em implementar melhorias que estejam alinhadas ao negócio da organização. Estudos indicam que o alinhamento da melhoria de processos de software aos objetivos de negócio da organização é um dos fatores críticos de sucesso desta melhoria (DYBA, 2005; ROCHA *et al.*, 2006; SOFTEX, 2009; PRIES-HEJE e JOHANSEN, 2010; GUZMÁN *et al.*, 2010; MONTONI, 2010; SEI, 2010). No entanto, obter esse alinhamento pode não ser tão simples. Mesmo nos principais modelos de melhorias de processos de software, os objetivos de negócio não estão facilmente relacionados às melhorias de processo a serem implementadas (BECKER *et al.*, 2008). Assim, os objetivos de melhoria definidos precisam estar alinhados ao negócio da organização e, além disso, devem ser acompanhados de modo a verificar se estão sendo atendidos.

Nesse contexto, esta tese propôs uma abordagem que apóia as organizações na definição de objetivos de melhoria de software alinhados ao negócio da organização e na gerência desses objetivos de modo a promover a monitoração contínua e a execução de ações mais adequadas para tratar os desvios detectados, considerando, inclusive o cenário das organizações de software de alta maturidade.

Os cinco requisitos que nortearam a proposta dessa abordagem foram atendidos, considerando que a abordagem define um modelo de informação para planejamento estratégico, tático e operacional; um método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software; uma infra-estrutura para a monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos; e, uma estratégia para recomendação de ações para tratar desvios detectados na monitoração dos objetivos, e também disponibiliza ferramental de apoio para a utilização da abordagem proposta.

Assim, a abordagem proposta neste trabalho é composta de três componentes principais:

- (i) *Um Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software*, que orienta o planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software, contextualizando o controle

estatístico de processos e a medição de software. O método proposto considera o cenário de organizações de software de alta maturidade e, para isso, ele contextualiza o controle estatístico dos processos e a gerência estatística de projetos de software.

- (ii) *Uma Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software*, que apóia a monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos nos níveis estratégico, tático e operacional e a detecção e notificação de desvios.
- (iii) *Uma Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas*, que orienta a execução de ações corretivas para tratar os desvios detectados através da recomendação de ações mais adequadas com base em um aprendizado contínuo sobre a execução das ações na organização.

A suposição deste trabalho, conforme descrito no Capítulo 1, é que a utilização da abordagem proposta auxilia as organizações na definição de objetivos de software alinhados estrategicamente, na execução de ações mais adequadas para tratar desvios relacionados aos objetivos definidos e, conseqüentemente, no alinhamento estratégico das melhorias de software.

Para avaliar se essa suposição é verdadeira seria necessário avaliar o uso de toda a abordagem em organizações de software, desde a elaboração do planejamento estratégico e das melhorias de software alinhadas estrategicamente até a execução de vários projetos que operacionalizassem o planejamento estratégico, de modo a analisar a real contribuição da utilização da abordagem. No entanto, essa avaliação excederia o tempo desta tese.

Nesse contexto, considerando a limitação de tempo, avaliações intermediárias dos componentes da abordagem proposta foram realizadas. Essas avaliações foram executadas ao longo deste trabalho, à medida que os componentes foram desenvolvidos. Os resultados obtidos com essas avaliações intermediárias vão ao encontro da suposição desta tese.

Em relação ao *Método para Planejamento Estratégico, Tático e Operacional em Organizações de Software*, os resultados obtidos com a experiência de aplicação do método apresentam indícios de que a utilização do método efetivamente orienta as etapas dos planejamentos estratégico, tático e operacional, promovendo a definição de objetivos de melhoria de software alinhados ao negócio da organização.

Em relação à *Infra-estrutura para Monitoração de Objetivos Estratégicos, Táticos e Operacionais em Organizações de Software*, os resultados obtidos com as experiências de aplicação da infra-estrutura proposta no contexto da monitoração de projetos de software indicam que a aplicação da infra-estrutura proposta em um contexto real é viável e que tende a auxiliar a detecção contínua e pró-ativa dos desvios.

Em relação à *Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas*, os resultados da avaliação experimental apresentam indícios de que a estratégia proposta é útil para o gerente de projetos no momento da monitoração dos objetivos do projeto, uma vez que ela é capaz de fazer boas recomendações de ações corretivas para tratar os desvios detectados. Assim, os resultados obtidos com as avaliações da infra-estrutura para monitoração dos objetivos e da estratégia para recomendação de ações corretivas indicam que a abordagem proposta neste trabalho auxilia na execução de ações mais adequadas para tratar desvios relacionados aos objetivos definidos.

Por fim, a abordagem proposta nesta tese apresenta algumas limitações. Uma limitação relacionada à infra-estrutura para monitoração dos objetivos é que ela depende de uma base de medidas constantemente atualizada. Além disso, a capacidade da infra-estrutura para detectar desvios potenciais ou reais depende diretamente da definição de indicadores de monitoração adequados, principalmente com relação aos procedimentos de análise do indicador.

Com relação à estratégia para recomendação de ações corretivas, a capacidade dessa estratégia de fazer boas recomendações está diretamente associada à existência de uma base confiável, relativamente grande e constantemente atualizada que armazene as situações de desvios, as ações executadas para tratá-los, bem como o efeito da execução dessas ações. Além disso, a análise do efeito da execução de uma ação inferido pela estratégia proposta considera que somente as ações registradas foram executadas, o que limita essa análise, uma vez que o efeito também pode estar relacionado a outros eventos além das ações executadas, por exemplo: alguma mudança no cenário externo à organização.

Outra limitação está associada ao fato de o método proposto para planejamento estratégico, tático e operacional não ter sido integralmente utilizado por organizações de software.

## 8.2 Contribuições

As principais contribuições desta tese são:

- (i) A abordagem para definição e gerência de objetivos de software alinhados ao planejamento estratégico, considerando, inclusive, o cenário de organizações de software de alta maturidade, ao contextualizar o controle estatístico dos processos e a gerência estatística de projetos de software.
- (ii) O método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software que descreve os passos a serem executados em cada um dos níveis, fornecendo diretrizes para o planejamento nos três níveis.
- (iii) O modelo de informação para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software que define uma terminologia padrão e uma relação entre os objetivos, sendo responsável por associar as informações necessárias para definir e monitorar os objetivos estratégicos, táticos e operacionais em organizações de software.
- (iv) A infra-estrutura de apoio à monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos nos níveis estratégico, tático e operacional que é capaz de monitorar os objetivos definidos, analisar a ocorrência de desvios e notificar quando algum desvio é detectado.
- (v) A estratégia para recomendação de ações corretivas a partir de um aprendizado contínuo sobre a execução das ações na organização.
- (vi) A ferramenta de apoio à execução do método para planejamento estratégico, tático e operacional em organizações de software.
- (vii) O ambiente de apoio à monitoração dos objetivos que implementa a infra-estrutura de apoio à monitoração contínua e pró-ativa dos objetivos definidos.
- (viii) O sistema de recomendação que implementa a estratégia para recomendação de ações corretivas.
- (ix) O conjunto de características relevantes para a análise de similaridade entre cenários de desvio em projetos de software e o grau de relevância de cada característica, resultantes do *survey* realizado.
- (x) A medida de similaridade definida (*SimCOD*) que indica a grau de similaridade entre dois cenários de ocorrência de desvio.
- (xi) A lista de medidas usadas para avaliar sistemas de recomendação resultante do primeiro estudo baseado em revisão sistemática da literatura realizado.

- (xii) A lista de avaliações de sistemas de recomendação e os valores obtidos para as medidas Precisão, Cobertura e F1 resultantes do segundo estudo baseado em revisão sistemática da literatura realizado.

Alguns dos resultados obtidos ao longo do desenvolvimento desta tese foram registrados nas seguintes publicações:

BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2010a, "Analyzing the Similarity among Software Projects to Improve Software Project Monitoring Processes", In: *7th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, Porto, Portugal, pp. 441-446, Outubro.

BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2010b, "Defining and Monitoring Strategically Aligned Software Improvement Goals", In: *11th International Conference on Product Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 6156/2010, Ireland, pp. 380–394, Junho.

BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2009, "Definição e Monitoração de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico". In: *VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Ouro Preto, Brasil, pp. 114-128, Junho.

Além dessas publicações, outros trabalhos realizados durante este doutorado na área de melhoria de processos de software, mas não diretamente relacionados aos resultados desta tese, foram apresentados em 14 publicações conforme exibido na Tabela 8.1:

**Tabela 8.1 – Publicações relacionadas à melhoria de processos de software**

<b>Tipo</b>	<b>Fonte</b>	<b>Publicações</b>
Revista	Software Process Improvement and Practice	FERREIRA <i>et al.</i> , 2008
Conferência Internacional	International Conference on Software Engineering (ICSE)	FERREIRA <i>et al.</i> , 2007b
	European Systems & Software Process Improvement and Innovation (EuroSPI)	FERREIRA <i>et al.</i> , 2007c FERREIRA <i>et al.</i> , 2006
	International Conference on Product Focused Software Process Improvement (PROFES)	MONTONI <i>et al.</i> , 2006a
	Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM)	FIGUEIREDO <i>et al.</i> , 2006
	Learning Software Organizations (LSO)	ROCHA <i>et al.</i> , 2006

Tipo	Fonte	Publicações
Conferência Nacional	Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS)	SANTOS <i>et al.</i> , 2009a SANTOS <i>et al.</i> , 2009b FERREIRA <i>et al.</i> , 2007a MONTONI <i>et al.</i> , 2006b MACEDO <i>et al.</i> , 2006
	Workshop de Avaliadores MPS.BR (revista <i>ProQuality</i> )	ROCHA <i>et al.</i> , 2008
	Workshop de Implementadores do MPS.BR (revista <i>ProQuality</i> )	ZANETTI <i>et al.</i> , 2008

### 8.3 Perspectivas Futuras

O trabalho realizado nesta tese propôs uma abordagem para definição e gerência de objetivos de software alinhados ao planejamento estratégico que pode ser considerada como um trabalho inicial, uma vez que ainda há trabalhos a serem realizados tanto para avaliar, de maneira mais refinada, a abordagem proposta quanto para evoluí-la. Nesse contexto, as seguintes perspectivas de trabalhos futuros se destacam:

(i) Extensão da Pesquisa:

- Inclusão, na abordagem proposta, de uma estratégia que auxilie a definição de um conjunto de objetivos de software que se mostre viável segundo o comportamento da organização descrito em modelos de desempenho de processos, e também otimizado considerando o melhor impacto possível em um determinado fator de influência ou outros critérios pré-definidos.
- Inclusão, na abordagem proposta, de uma estratégia para análise de tendências nos projetos e na organização com relação aos objetivos definidos, que use as informações obtidas pela infra-estrutura de monitoração para indicar tendências.
- Evolução da abordagem proposta de modo a apoiar a seleção dos subprocessos para o controle estatístico e a definição de *baselines* de desempenho de processos.
- Evolução da abordagem proposta de modo a contextualizar a gerência de portfólio de projetos na definição dos objetivos do projeto.

(ii) Melhorias na Abordagem Proposta:

- Evolução da estratégia para recomendação de ações corretivas para combinar várias técnicas de análise de similaridade e de recuperação de casos similares, de modo a melhorar a qualidade da recomendação.
- Condução de novos estudos com o objetivo de refinar o conjunto de características relevantes para a análise de similaridade entre cenários de desvio em projetos de software e o grau de relevância de cada característica, inclusive considerando a inclusão de novas características.
- Construção de uma base de conhecimento que oriente a definição de indicadores e procedimentos de análise para a monitoração de cada objetivo definido, inclusive considerando o cenário das organizações de alta maturidade.
- Evolução da estratégia para recomendação de ações corretivas de modo a considerar a execução de várias ações para tratar um mesmo desvio.
- Evolução da estratégia para recomendação de ações corretivas de modo a permitir que a análise do efeito da execução de uma ação considere outras informações de contexto além de novas coletas para o mesmo indicador.

(iii) Refinamento das Avaliações:

- Repetição do estudo experimental para avaliação da estratégia para recomendação de ações corretivas com um número maior de participantes, de modo a aumentar a significância dos resultados obtidos e reduzir as ameaças à conclusão do estudo.
- Condução de avaliações integrais do método para planejamento estratégico, tático e operacional proposto.
- Condução de avaliações da estratégia como um todo em organizações de software.

## Referências Bibliográficas

- ADOMAVICIUS, G., TUZHILIN, A., 2005, "Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, v. 17, n. 6, pp. 734-749.
- AKINGBEHIN, K., 2008, "Baseline-Based Framework for Continuous Software Process Improvement (CSPI),"In: *Advanced Software Engineering and Its Applications*, pp. 214-216, Hainan Island.
- ALABASTRO, P., ANG, M., DE GUZMAN, R., MUHI, M., SUAREZ, M., 2010, "MyMuseum: Integrating personalized recommendation and multimedia for enriched human-system interaction", In: *6th International Conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications (IDC)*, pp. 421-426, Seoul, Korea.
- ALBUQUERQUE, A., 2008, *Avaliação e Melhoria de Ativos de Processos Organizacionais em Ambientes de Desenvolvimento de Software*, Tese de D. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- ALONSO, I.A., VERDÚN, J.C., CARO, E.T., 2008, "The Importance of IT Strategic Demand Management in Achieving the Objectives of the Strategic Business Planning", In: *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 235-238, Wuhan, China, December.
- ALTHOFF, K., BOMARIUS, F., MÜLLER, W., NICK, M., 1999, "Using Case-Based Reasoning for Supporting Continuous Improvement Processes", In: *12<sup>th</sup> German Workshop on Machine Learning (FGML'99)*, pp.54-61, Leipzig, September.
- ANDERSEN, T.J., 2000, "Strategic Planning, Autonomous Actions and Corporate Performance", *Long Range Planning*, v. 33, pp. 184-200.
- APPOLINARIO, F., 2006, *Metodologia da Ciência: Filosofia e prática da pesquisa*, São Paulo, Thomson.
- ARMSTRONG, M., 2006, *A Handbook of Human Resource Management Practice*, 10<sup>th</sup> edition, Kogan Page.

- ASATO, R., SPINOLA, M.M., COSTA, I., SILVA, W.H.F., 2009, "Alignment Between the Business Strategy and the Software Processes Improvement: A Roadmap for the Implementation", In: *Portland International Conference on Management of Engineering & Technology*, pp.1066-1071, Portland, Estados Unidos.
- AUDY, J.L.N., 2000, *Modelo de Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação: Contribuições da Aprendizagem Organizacional e do Processo Decisório*, Tese de D.Sc., Escola de Administração, PPGA, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- BARBOSA, C.E., OLIVEIRA, J., MAIA, L., SOUZA, J.M., 2007, "MISIR: Recommendation Systems in a Knowledge Management Scenario", In: *International Conference on Web Based Communities*, pp. 149-156, Salamanca.
- BARCELLOS, M.P., 2009, *Uma 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.
- BARNES, A.P., HAMMELL, R.J., 2009, "Development of a Decision System to Aid Project Managers in Determining Information Technology Project Status", In: *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, pp. 1142-1147, San Antonio, TX, USA.
- BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2009, "Definição e Monitoração de Objetivos de Software Alinhados ao Planejamento Estratégico". In: *VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Ouro Preto, Brasil, pp. 114-128, Junho.
- BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2010a, "Analyzing the Similarity among Software Projects to Improve Software Project Monitoring Processes", In: *7th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, Porto, Portugal, pp. 441-446, Outubro.
- BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2010b, "Defining and Monitoring Strategically Aligned Software Improvement Goals", In: *11th International Conference on Product Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 6156/2010, Ireland, pp. 380–394, Junho.

- BARRETO, A.S., 2007, *Uma Abordagem para Definição de Processos de Software Baseada em Reutilização*, Exame de Qualificação para o Doutorado, PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- BASILI, V., HEIDRICH, J., LINDVALL, M., MÜNCH, J., REGARDIE, M., TRENDOWICZ, A., 2007, GQM<sup>+</sup> Strategies - Aligning Business Strategies with Software Measurement, In: *1<sup>st</sup> International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, Madrid, Spain.
- BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H., 1994, “Goal Question Metric Paradigm”. In: *Encyclopedia of Software Engineering*, v. 1, John Wiley & Sons, pp. 528-532.
- BECKER, A.L., 2007, *Alinhamento Estratégico de Programas de Melhoria do Processo de Software em Micro e Pequenas Empresas*, Dissertação de M. Sc., Faculdade de Informática, PUCRS, Porto Alegre, Brasil.
- BECKER, A.L., PRIKLADNICKI, R., AUDY, J.L.N., 2008, “Strategic Alignment of Software Process Improvement Programs Using QFD”, In: *1<sup>st</sup> International Workshop on Business Impact of Process Improvements*, pp. 9-14, Leipzig, Germany, May.
- BERGER, P.M., 2003, *Instanciação de Processos de Software em Ambientes Configurados na Estação TABA*, Dissertação de M. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- BJØRNSON, F.O., DINGSØYR, T., 2008, “Knowledge Management in Software Engineering: A Systematic Review of Studied Concepts, Findings and Research Methods Used”, *Information and Software Technology*, v. 50, n. 11, pp. 1055-1068.
- BNDES, 2010, *Banco Nacional do Desenvolvimento - Planejamento Corporativo 2009-2014*,  
[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/O\\_BNDES/A\\_Empresa/missao\\_visao\\_valores.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/A_Empresa/missao_visao_valores.html)

- BOETTCHER, A., 2006, "Moving From Cultural Probes to Agent-Oriented Requirements Engineering", In: *18<sup>th</sup> Australia conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments*, pp. 253-260, Sydney, Australia, November.
- BOFFOLI, N., BRUNO, G., CAIVANO, D., MASTELLONI, G., 2008, "Statistical Process Control for Software: a Systematic Approach", In: *2<sup>nd</sup> IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pp. 327-329, Kaiserslautern, Germany, October.
- BOMFIM, E., OLIVEIRA, J., SOUZA, J.M., 2007, "Using a CBR Approach Based on Ontologies for Recommendation and Reuse of Educational Processes", *International Journal of Web Based Communities*, v. 3, n. 2, pp. 170-182.
- CAMPOS, F.B., CONTE, T.U., KATIURAYAMA, A.E., ROCHA, A.R.C., 2007, "Gerência Quantitativa para o Processo de Desenvolvimento de Requisitos". In: *VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, pp. 125-140, Porto de Galinhas, Brasil, Junho.
- CASTILLO, J.M., OSSOWSKI, S., PASTOR, L., 2006, "The 'MECIMPLAN' Approach to Agent-based Strategic Planning", In: *International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, pp. 540-543, Hong Kong, China.
- CASTRO-HERRERA, C., 2010, "A hybrid recommender system for finding relevant users in open source forums", In: *3th International Workshop on Managing Requirements Knowledge (MARK)*, pp. 41-50, Sydney, Australia.
- CERDEIRAL, C., FIGUEIREDO, S., SANTOS, G., MONTONI, M., PINTO, R., ROCHA, A.R., 2007, "Uma Abordagem para Controle Estatístico do Processo e Gerência Quantitativa de Projetos". In: *VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, pp. 293-307, Porto de Galinhas, Brasil, Junho.
- CHIAVENATO, I., 2000, *Administração: Teoria, Processo e Prática*, 3 ed., São Paulo, MakronBooks.
- CIMPAN, S., OQUENDO, F., 2000, "Dealing with Software Process Deviations using Fuzzy Logic Based Monitoring", *ACM SIGAPP Applied Computing Review*, v. 8, n. 2, pp. 3-13.

- CIORDAS, C., DOUMEN, J., 2010, "An Evaluation Framework for Content Recommender Systems - The Industry Perspective", In: *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*, pp. 273-277, Toronto, Canada.
- CONRADI, R., FUGGETTA, A., 2002, "Improving Software Process Improvement". *IEEE Software*, v. 19, n. 4, pp. 92-99.
- DEMING, W.E., 1982, *Out of the Crisis*, MIT Center for Advanced Eng. Massachusets, MIT Press.
- DYBA, T., 2005, "An Empirical Investigation of the Key Factors for Success in Software Process Improvement", *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 31, n. 5, pp. 410-424.
- DYSON, R.G., 2004, "Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick", *European Journal of Operational Research*, v. 152, pp. 631-640.
- FARIAS, L.L., 2002, *Planejamento de Riscos em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização*, Dissertação de M. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- FATEMI, A., NEMATBAKHSI, N., TORKLADANI, B., 2006, "An Investigation of Agent Oriented Software Engineering Methodologies to Provide an Extended Methodology", In: *2<sup>nd</sup> Information and Communication Technologies*, v. 2, pp. 2883-2888, Damascus, Syria, April.
- FENTON, N., MARSH, W., CATES, P., FOREY, S., TAYLOR, M., 2004, "Making Resource Decisions for Software Projects", In: *26<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering*, Escócia.
- FERNANDES, A.C., 2003, *Scorecard Dinâmico – em direção à integração da Dinâmica de Sistemas com o Balanced Scorecard*, Tese de D.Sc., PEP, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- FERREIRA, A., CERQUEIRA, R., SANTOS, G., MONTONI, M., BARRETO, A., BARRETO, A.S., ROCHA, A.R., 2007a, "Retorno de Investimento da Melhoria de Processo de Software na BL Informática", In: *VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Porto de Galinhas, Brasil, pp. 413-420, Junho.

- FERREIRA, A., SANTOS, G., CERQUEIRA, R., MONTONI, M., BARRETO, A., BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2007b, "Applying ISO 9001: 2000, MPS.BR and CMMI to Achieve Software Process Maturity: BL Informatica's Pathway", In: *29<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering*, Minneapolis, Estados Unidos, pp. 642-651, Maio.
- FERREIRA, A., SANTOS, G., CERQUEIRA, R., MONTONI, M., BARRETO, A., ROCHA, A.R., BARRETO, A.S., CABRAL, R., 2007c, "ROI of Software Process Improvement at BL Informática – SPI is Really Worth", In: *14<sup>th</sup> European Systems & Software Process Improvement and Innovation*, Potsdam, Alemanha, pp. 12.27-12.34, Setembro.
- FERREIRA, A.I.F, SANTOS, G., CERQUEIRA, R., MONTONI, M., BARRETO, A., ROCHA, A.R., BARRETO, A.O.S, FILHO, R.C.S., 2008, "ROI of Software Process Improvement at BL Informática: SPI is Really Worth it", *Software Process Improvement and Practice*, v. 13, n.4, pp. 311-318.
- FERREIRA, A.I.F, SANTOS, G., CERQUEIRA, R., MONTONI, M., BARRETO, A., BARRETO, A., ROCHA, A.R., FIGUEIREDO, S., CERDEIRAL, C., LUPO, P., 2006, "Taba Workstation: Supporting Software Process Improvement Initiatives based on Software Standards and Maturity Models", In: *European Software Process Improvement and Innovation*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 4257/2006, pp. 207-218, Joensuu, Finlândia, Outubro.
- FIGUEIREDO, S., SANTOS, G., MONTONI, M., ROCHA, A.R., BARRETO, A.O.S., BARRETO, A., FERREIRA, A., 2006, "Taba Workstation: Supporting Technical Solution Through Knowledge Management of Design Rationale", In: *6<sup>th</sup> International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 4333/2006, Viena, Áustria, pp. 61-72, Novembro.
- FLORAC, W.A., CARLETON, A.D., 1999, *Measuring the Software Process*, 1<sup>st</sup> ed., Reading, Estados Unidos, Addison-Wesley.
- FOUSS, F., SAERENS, M., 2008, "Evaluating Performance of Recommender systems: An Experimental Comparison", In: *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*, pp. 735-738.

- GOETHERT, W., FISHER, M., 2003, "Deriving Enterprise-Based Measures Using the Balanced Scorecard and Goal-Driven Measurement Techniques", In: *Software Engineering Measurement and Analysis Initiative*, SEI, Carnegie Mellon University. p. 2-61.
- GUNAWARDANA, A., SHANI, G., 2009, "A Survey of Accuracy Evaluation Metrics of Recommendation Tasks", *Journal of Machine Learning Research*, v. 10, pp. 2935-2962.
- GUZMÁN, J.G., MITRE, H.A., AMESCUA, A., VELASCO, M., 2010, "Integration of strategic management, process improvement and quantitative measurement for managing the competitiveness of software engineering organizations", *Software Quality Journal*, v. 18, n. 3, pp. 341–359.
- HAPPEL, H., MAALEJ, W., 2008, "Potentials and Challenges of Recommendation Systems for Software Development", In: *International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering*, pp. 11-15, Atlanta, Georgia, USA, November.
- HART, M., JOHNSON, R., STENT, A., 2009, "iTag: A personalized blog tagger", In: *3rd ACM Conference on Recommender Systems*, pp. 297-300, New York, USA.
- HBS PRESS, HARVARD BUSINESS SCHOOL PRESS, 2006, *Setting the Goals That Others Will Pursue - Committing to an Outcome*, HBS Press Chapter , Boston, Massachusetts.
- HERLOCKER, J.L., KONSTAN, J.A., TERVEEN, L.G., RIEDL, J.T., 2004, "Evaluating collaborative filtering recommender systems", *ACM Transactions on Information Systems*, v. 22, n. 1, pp. 5-53.
- HONG, Y., BAIK, J., KO, I., CHOI, H., 2008, "A Value-Added Predictive Defect Type Distribution Model Based on Project Characteristics", In: *7th IEEE/ACIS international Conference on Computer and information Science*, pp. 469-474.
- HOUBEN, G., LENIE, K., VANHOOF, K., 1999, "A knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises", *Decision Support Systems*, v. 26, pp. 125-135.

- HUANG, H., 2009, “Designing a knowledge-based system for strategic planning: A balanced scorecard perspective”, *Expert Systems with Applications*, v. 36, pp. 209–218.
- HUANG, J., FAR, B.H., 2006, “Intelligent Software Measurement System for Automating the Goal-Question-Metrics Process”, In: *18<sup>th</sup> IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, pp. 737-742, Washington DC, USA, November.
- HUANG, P., LEI, H., LIM, L., 2006, “Real Time Business Performance Monitoring and Analysis Using Metric Network”, In: *IEEE International Conference on e-Business Engineering*, pp. 442-449, Shanghai, China, October.
- IJNTEMA, W., GOOSSEN, F., FRASINCAR, F., HOGENBOOM, F., 2010, “Ontology-based news recommendation”, In: *EDBT/ICDT Workshops*, Article 16, Lausanne, Switzerland.
- INOUE, T., MATSUSAKA, Y., 2010, “A system to recommend dishes by the real time recognition of dining activity”, In: *IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics (SMC)*, pp. 2448-2452, Istanbul, Turkey.
- ISO/IEC, 2002, *ISO/IEC 15939 - Software Engineering – Software Measurement Process*, The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission.
- ISO/IEC, 2003, *ISO/IEC 15504 - Information Technology – Software Process Assessment*, Parts 1-9, The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission.
- ISO/IEC, 2008, *ISO/IEC 12207 - Systems and software engineering – Software life cycle processes*, The International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission.
- IT GOVERNANCE INSTITUTE, 2007, “*Control Objectives for Information and Related Technology*”, 4.1<sup>th</sup> edition, <http://www.itgi.org>.
- JALOTE, P., 2002, *Software Project Management in Practice*, Addison Wesley.
- JENNINGS, N.R., WOOLDRIDGE, M., 2001, “Agent-Oriented Software Engineering”, In: *J. Bradshaw (ed.), Handbook of Agent Technology*, AAAI/MIT Press.

- KANAWATI, R., KAROUI, H., 2009, "A P2P Collaborative Bibliography Recommender System", In: *4th International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW)*, pp. 90-96, Venice, Italy.
- KANG, D., SONG, I., PARK, S., BAE, D., KIM, H., LEE, N., 2008, "A Case Retrieval Method for Knowledge-Based Software Process Tailoring Using Structural Similarity", In: *15th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, pp. 51-58.
- KANG, Y.-B., ZASLAVSKY, A., KRISHNASWAMY, S., BARTOLINI, C., 2010, "A Knowledge-Rich Similarity Measure for Improving IT Incident Resolution Process", In: *ACM Symposium on Applied Computing*, pp. 1781-1788.
- KAPLAN, R.S., NORTON, D.P., 1996, *The Balanced Scorecard Translating Strategy Into Action*, Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press.
- KERZNER, H., 2001, *Strategic planning for project management using a project management maturity model*, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- KIRSOPP, C., SHEPPERD, M., HART, J., 2002, "Search Heuristics, Case-based Reasoning and Software Project Effort Prediction", In: *Conference on Genetic and Evolutionary Computation*, pp. 1367-1374, New York, USA.
- LAURINDO, F.J.B, SHIMIZU, T., CARVALHO, M.M., RABECHINI Jr, R., 2001, "O Papel da Tecnologia da Informação (TI) na Estratégia das Organizações", *Gestão & Produção*, v. 8, n. 2, pp. 160-179.
- LEE, C.-S, WANG, M.-H, CHEN, J.-J, HSU, C.-Y, 2006, "Ontology-based intelligent decision support agent for CMMI project monitoring and control", In: *Annual Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society*, pp. 627-631, Montreal.
- LEE, S., LEE, D., LEE, S., 2010, "Personalized DTV program recommendation system under a cloud computing environment", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, v. 56, n. 2, pp. 1034-1042.
- LI, J., RUHE, G., AL-EMRAN, A., RICHTER, M.M., 2007, "A Flexible Method for Software Effort Estimation by Analogy", *Empirical Software Engineering*, v. 12, n. 1, pp. 65-106.

- LI, X., MURATA, T., 2010, "Customizing knowledge-based recommender system by tracking analysis of user behavior", In: *17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM)*, pp. 65-69, Macau, China.
- LIU, D.-R., KE, C.-K., 2007, "Knowledge support for problem-solving in a production process: A hybrid of knowledge discovery and case-based reasoning", *Expert Systems with Applications*, v. 33, n. 1, pp. 147-161.
- LIU, K.F.-R., YU, C-W., 2009, "Integrating Case-based and Fuzzy Reasoning to Qualitatively Predict Risk in an Environmental Impact Assessment Review", *Environmental Modelling & Software*, v. 24, n. 10, pp. 1241- 1251.
- MACEDO, C.C., LIMA, S.H.C., ROCHA, A.R., NATALI, A.C., OLIVEIRA, K.M., MIAN, P.G., BARRETO, A.O.S., BARRETO, A.S., SANTOS, G., CONTE, T., 2006, "Implantação de Melhoria de Processo de Software no Tribunal Superior Eleitoral", In: *V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Vila Velha, Brasil, pp. 351-358, Junho.
- MARKOVIC, I., KOWALKIEWICZ, M., 2008, "Linking Business Goals to Process Models in Semantic Business Process Modeling", In: *12<sup>th</sup> International IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conference*, pp. 332-338, Munich, Germany, September.
- McBRIDE, T., 2008, "The mechanisms of project management of software development", *Journal of Systems and Software*, v. 81, n. 12, pp. 2386-2395.
- 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.
- MILOSEVIC, D.Z., 2003, *Project Management toolbox: Tools and techniques for the practicing project manager*, New Jersey, Jonh Wiley & Sons.
- MINTZBERG, H., AHLSTRAND, B., LAMPEL, J., 2000, *Safári de Estratégia: um Roteiro pela Selva do Planejamento Estratégico*, Porto Alegre, Bookman.

- MONTONI, M., ROCHA, A.R., SANTOS, G., FIGUEIREDO, S., BARRETO, A., SOARES, A., CERDEIRAL, C., LUPPO, P., 2006a, "Taba Workstation: Supporting Software Process Deployment based on CMMI and MR-MPS", In: *7<sup>th</sup> International Conference on Product Focused Software Process Improvement*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 4034/2006, Amsterdã, Holanda, pp. 249-262, Julho.
- MONTONI, M., SANTOS, G., FIGUEIREDO, S., CABRAL, R., BARCELOS, R., BARRETO, A.S., BARRETO, A.O.S., CERDEIRAL, C., LUPO, P., ROCHA, A.R., 2006b, "Uma Abordagem de Garantia de Qualidade de Processos e Produtos de Software com Apoio de Gerência de Conhecimento na Estação TABA", In: *V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Vila Velha, Brasil, pp. 87-99, Junho.
- MONTONI, M.A., 2007, *Uma Abordagem para Condução de Iniciativas de Melhoria de Processos de Software*, Exame de Qualificação para o Doutorado, PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- MONTONI, M.A., 2010, *Uma Investigação sobre os Fatores Críticos de Sucesso em Iniciativas de Melhoria de Processos de Software*, Tese de D. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- MORALES-DEL-CASTILLO, J. M., PORCEL, C., HERRERA-VIEDMA, E., PEIS, E., 2009, "A Web-Based Service for the Elicitation of Resources in the Biomedical Domain", In: *International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT)*, v. 3, pp. 433-436, Milano, Italy.
- MORALES-DEL-CASTILLO, J.M., PEIS, E., RUIZ, A.A., HERRERA-VIEDMA, E., 2010, "Recommending biomedical resources: A fuzzy linguistic approach based on semantic web", *International Journal of Intelligent Systems*, v. 25, n. 12, pp. 1143-1157.
- MURAKAMI, T., MORI, K., ORIHARA, R., 2008, "Metrics for Evaluating the Serendipity of Recommendation Lists", *Lecture Notes in Computer Science*, v. 4914, pp. 40-46.
- MURTA, L.G.P, 2002, *Charon: Uma Máquina De Processos Extensível Baseada Em Agentes Inteligentes*, Dissertação de M. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

- NIVEN, P.R., 2002, *Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results*, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- OLIVEIRA, D.P.R., 2001, *Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia, Práticas*, São Paulo, Atlas.
- OLMO, F.H., GAUDIOSO, E., 2008, "Evaluation of Recommender Systems: A New Approach", *Expert Systems with Applications*, v. 35, n. 3, pp. 790-804.
- PARANDOOSH, F., 2007, "Evaluating Agent-Oriented Software Engineering Methodologies", In: *2<sup>nd</sup> International Workshop on Soft Computing Applications*, pp. 169-174, Gyula-Hungary / Oradea – Romania, August.
- PARK, R.E., GOETHERT, W.B., FLORAC, W.A., 1996, *Goal-Driven Software Measurement — A Guidebook*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, CMU/SEI-96-HB-002.
- PEISCHL, B., NICA, M., ZANKER, M., AND SCHMID, W., 2009, "Recommending Effort Estimation Methods for Software Project Management", In: *IEEE/WIC/ACM international Joint Conference on Web intelligence and Intelligent Agent Technology*, v. 3, pp.77-80.
- PMBOK, 2008, *PMBOK - A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, 4<sup>a</sup> ed., Newtown Square.
- PORCEL, C., HERRERA-VIEDMA, E., 2009, "A Fuzzy Linguistic Recommender System to Disseminate the Own Academic Resources in Universities", In: *International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT)*, v. 3, pp. 179-182, Milano, Italy.
- PORTER, M.E., 1986, *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*, 7<sup>th</sup> ed., Rio de Janeiro, Campus.
- PREEZ, N., BASSON, A., LUTTERS, D., NIEBERDING, H., 2008, "Structuring the Development Process According to the Project Context: Two Case Studies", In: *International Conference on Management of Engineering & Technology*, pp. 1189-1205.
- PRIES-HEJE, J., JOHANSEN, J., 2010, *SPI Manifesto*, Version A.1.2.2010, [http://www.iscn.com/Images/SPI\\_Manifesto\\_A.1.2.2010.pdf](http://www.iscn.com/Images/SPI_Manifesto_A.1.2.2010.pdf)

- RAFFO, D.M., WAKELAND, W., 2007, *Moving Up the CMMI Process Maturity Levels Using Simulation*, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, CMU/SEI-2006-TR-028.
- REN, C., DONG, J., DING, H., WANG, W., 2006, “Linking Strategic Objectives to Operations: Towards a more Effective Supply Chain Decision Making”, In: *Winter Simulation Conference*, pp. 1422-1430, Monterey, California, USA, December.
- REZENDE D.A., ABREU, A.F., 2001, *Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais: O papel estratégico da informação e dos Sistemas de Informação nas empresas*, 2<sup>nd</sup> ed., São Paulo, Atlas.
- RICHARDSON, I., CASEY, V., O'RIORDAN, M., MEEHAN, B., MISTRÍK, I., 2009, “Knowledge Management in the Global Software Engineering Environment”, In: 4th IEEE International Conference on Global Software Engineering, pp. 367-369.
- ROBILLARD, M.P., WALKER, R.J., ZIMMERMANN, T., 2010, “Recommendation Systems for Software Engineering”, *IEEE Software*, v. 27, pp. 80-86.
- ROCHA, A.R., BARRETO, A., NATALI, A.C., SOARES, A., SANTOS, G., MURTA, L., KALINOWSKI, M., MONTONI, M.A., MIAN, P.G., CABRAL, R., FIGUEIREDO, S., CONTE, T., 2008, “IA COPPE/UFRJ: Lições Aprendidas em 2008”, *ProQuality - Qualidade na Produção de Software*, v. 4, pp. 13–17, apresentado no *III Workshop de Avaliadores MPS.BR*, Campinas, Brasil, Outubro.
- ROCHA, A.R., MONTONI, M., SANTOS, G., OLIVEIRA, K., NATALI, A.C., MIAN, P., CONTE, T., MAFRA, S., BARRETO, A., ALBUQUERQUE, A., FIGUEIREDO, S., SOARES, A., BIANCHI, F., CABRAL, R., NETO, A.D., 2006, “Success Factors and Difficulties in Software Process Deployment Experiences based on CMMI and MR-MPS.BR”, In: *8<sup>th</sup> International Workshop On Learning Software Organizations*, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 77-87, Outubro.
- ROCHA, C.C., 2003, *RecDoc: um Sistema de Recomendação para uma Biblioteca Digital na Web*, Dissertação de M. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

- ROMBACH, D.H., 1991, “Practical Benefits of Goal-Oriented Measurement”. In *Fenton/Littlewood: Software Reliability and Metrics*, London.
- ROMERO-MARIONA, J., ZIV, H., RICHARDSON, D.J., 2008, “SRRS: A Recommendation System for Security Requirements” In: *International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering*, pp. 50-52, Atlanta, Georgia, USA, November.
- RUFFO, G., SCHIFANELLA, R., 2007, “Evaluating Peer-to-Peer Recommender Systems that Exploit Spontaneous Affinities”, In: *ACM Symposium on Applied Computing*, pp. 1574-1578, Seoul, Korea.
- RUS, I., LINDVALL, M., 2002, “Knowledge Management in Software Engineering”, *IEEE Software*, v. 19, n. 3, pp.26-38.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P., 2003, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2<sup>a</sup> Edição, Prentice Hall, Englewood Cliffs, Estados Unidos.
- SAKAGUCHI, T., AKAHO, Y., TAKAGI, T., SHINTANI, T., 2010, “Recommendations in Twitter using conceptual fuzzy sets”, In: *Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS)*, pp. 1-6, Toronto, Canada.
- SANTOS, G., KATSURAYAMA. A.E., ZANETTI, D., MONTONI, M., SILVA FILHO, R.C., BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2009a, “Lições Aprendidas em uma Iniciativa de Melhoria de Processos de Software sob Diferentes Perspectivas: Membros da Organização, Implementadores e Avaliadores”, In: *VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Ouro Preto, Brasil, pp. 334-341, Junho.
- SANTOS, G., MONTONI, M., SILVA FILHO, R.C, KATSURAYAMA. A.E., ZANETTI, D., BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2009b, “Indicadores de Implementação do Nível E do MR-MPS em uma Instituição de Pesquisa”, In: *VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, Ouro Preto, Brasil, pp. 382-389, Junho.

- SANTOS, V.A., CORTÉS, M.I., 2010, “Organizational Knowledge Management through Software Process Reuse and Case-based Reasoning”, In: *12th International Conference on Enterprise Information Systems*, pp. 223-228, Madeira, Portugal.
- SCHANK, R., 1982, *Dynamic Memory: A Theory of Reminding and Learning in Computers and People*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- SCHOTS, N.C.L., 2010, *Uma Abordagem para a Identificação de Causas de Problemas Utilizando Grounded Theory*, Dissertação de M.Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- SEI, 2010, *Capability Maturity Model Integration (CMMI) for Development, Version 1.3*, Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, Technical Report CMU/SEI-2010-TR-033, November.
- SETHURAMAN, A., YALLA, K.K., SARIN, A., 2008, “Agents Assisted Software Project Management”, In: *1<sup>st</sup> Annual Bangalore Compute Conference*, n. 5, Bangalore, India, January.
- SEYYEDI, M.A., TESHNEHLAB, M., SHAMS, F., 2005, “Measuring Software Processes Performance based on the Fuzzy Multi Agent Measurements”, In: *International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, v. 2, pp. 410 – 415, IEEE Computer Society.
- SHEPPERD, M., 2002, *Case Based Reasoning and Software Engineering*, Empirical Software Engineering Research Group, Bournemouth University, TR 02-08.
- SHEWART, W.A., 1980, *The Economic Control of Quality of Manufactured Product*, D. Van Nostrand Company, New York, 1931. Reimpresso por ASQC Quality Press, Milwaukee, Estados Unidos.
- SHIMIZU, T., CARVALHO, M.M., LAURINDO, F.J.B., 2006, *Strategic Alignment Process and Decision Support Systems: Theory and Case Studies*, Hershey, PA, USA, IRM Press.
- SHULL, F., CARVER, J., TRAVASSOS, G.H., 2001, “An Empirical Methodology for Introducing Software Processes”, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 26, n.5, pp. 288-296.

- SMYTH, B., 2007, "Case-Based Recommendation", A Chapter In: Brusilovsky, P., Kobsa, A., Neidl, W (eds), *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*, Berlin Heidelberg, New York, Springer-Verlag.
- SOFTEX, 2009, *MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro, Guia Geral : 2009*, SOFTEX - Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro.
- SOLINGEN, R., BERGHOUT, E., 1999, *The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development*, McGrawHill.
- SOLINGEN, R.V., 2004, "Measuring the ROI of Software Process Improvement", *IEEE Software*, v. 21, n. 3, pp. 32-38.
- SOMMERVILLE, I., 2004, *Software Engineering*, 7<sup>th</sup> ed., Addison Wesley Publishing Company.
- SOUZA, A.D., 2008, *Uma Abordagem para Gerência Estratégica de Portfólio: Foco na Seleção de Projetos*, Dissertação de M. Sc., PESC, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- SOUZA, M.P., 2002, *Identificação de Características Relevantes para reutilização de experiências de desenvolvimento de software*, Dissertação de M. Sc., Engenharia de Produção, UFSC, Santa Catarina, Brasil.
- SUN, Y., NI, W., MEN, R., 2009, "A Personalized Paper Recommendation Approach Based on Web Paper Mining and Reviewer's Interest Modeling", In: *International Conference on Research Challenges in Computer Science (ICRCCS)*, pp. 49-52, Shanghai, China.
- TARHAN, A., DEMIRORS, O., 2006, "Investigating Suitability of Software Process and Metrics for Statistical Process Control", *Lecture Notes in Computer Science*, v. 4257, pp. 88-99.
- THIES, A., ROTH, C., 2010, "Recommending Rename Refactorings", In: *International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering*, pp. 1-5, Cape Town, South Africa.

- THOMAS, M., REDMOND, R., YOON, V., SINGH, R., 2005, “A Semantic Approach to Monitor Business Process Performance”, *Communications of the ACM*, v. 48, n. 12, December.
- TINNIRELLO, P.C., 2001, *New Directions in Project Management*, Auerbach Publications.
- TONELLA, P., AVESANI, P., SUSI, A., 2006, “ Using the Case-Based Ranking Methodology for Test Case Prioritization”, In: *22<sup>nd</sup> IEEE International Conference on Software Maintenance*, pp. 123-133, Philadelphia, Pennsylvania, USA, September.
- TRINDADE, C.C., 2009, *Presley: Uma Ferramenta de Recomendação de Especialistas para Apoio à Colaboração em Desenvolvimento Distribuído de Software*, Dissertação de M. Sc., Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Informática, UFPE, Recife, Brasil.
- TVEIT, A., 2001, “A Survey of Agent-Oriented Software Engineering”, In: *1<sup>st</sup> NTNU CSGSC*, May.
- URAIKUL, V., CHAN, C.W., TONTIWACHWUTHIKUL, P., 2005, “An integrated framework for intelligent monitoring, diagnosis and supervisory control of processes”, In: *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, pp. 653-656.
- URAIKUL, V., CHAN, C.W., TONTIWACHWUTHIKUL, P., 2007, “Artificial Intelligence for Monitoring and Supervisory Control of Process Systems”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 20, n. 2, pp. 115-131, March.
- VIRKKI-HATAKKA, T., RENIERS, G.L.L., 2009, “A case-based reasoning safety decision-support tool: Nextcase/safety”, *Expert Systems with Applications*, v. 36, n. 7, pp. 10374-10380.
- WANG, Q., JIANG, N., GOU, L., LIU, X., LI, M., WANG, Y., 2006, “BSR: A Statistical-Based Approach for Establishing and Refining Software Process Performance Baseline”, In: *28th International Conference on Software Engineering*, pp. 585-594, Shanghai, China, May.

- WANGENHEIM, C.G., WANGENHEIM, A., 2003, *Raciocínio Baseado em Casos*, Editora Manole, São Paulo.
- WANGENHEIM, C.G., WANGENHEIM, A., BARCIA, R.M., 1998, "Case-Based Reuse of Software Engineering Measurement Plans", In: *10<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, San Francisco Bay, USA, June.
- WAZLAWICK, R.S., 2009, *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação*, 1<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro, Elsevier.
- WEBER, C., LAYMAN, B., 2002, "Measurement Maturity and the CMM: How Measurement Practices Evolve as Process Mature", *American Society for Quality Magazines & Journals*, v. 4, n. 3, pp. 07-20.
- WHEELER, D.J., CHAMBERS, D.S., 1992, *Understanding Statistical Process Control*, Knoxville, Estados Unidos, SPC Press.
- WOHLIN, C., RUNESON, P., HÖST, M., OHLSSON, M.C., REGNELL, B., WESSLÉN, A., 2000, *Experimentation in Software Engineering: an Introduction*, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- WOOLDRIDGE, M., 1999, *Intelligent Agents, Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence Chapter*, Editor Gerhard Weiss, MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England.
- YANG, H-L., WANG C-S., 2008, "Recommendation System for IT Software Project Planning: a Hybrid Mining Approach for the Revised CBR Algorithm", In: *5th International Conference on Service Systems and Service Management*, pp. 670-674, Melbourne, Australia.
- YU, W., LI, S., ZHANG, Y., 2010, "FOAF-based distributed desktop system for programs recommendation", In: *2nd IEEE International Conference on Information and Financial Engineering (ICIFE)*, pp. 171-175, Chongqing, China.

ZANETTI, D., KATSURAYAMA, A.E., SANTOS, G., MONTONI, M.A., CABRAL, R., BARRETO, A.O.S., ROCHA, A.R., 2008, “Lições Aprendidas com a Implementação do Nível E do MR-MPS no Laboratório de Engenharia de Software da COPPE/UFRJ”, *ProQuality - Qualidade na Produção de Software*, v. 4, pp. 53-56, apresentado no *IV Workshop de Implementadores do MPS.BR*, Campinas, Brasil, Outubro.

# APÊNDICE I – Estudos Baseados em Revisão Sistemática da Literatura

## I.1 Introdução

No contexto desta tese, dois estudos baseados em revisão sistemática foram conduzidos. O primeiro estudo teve como objetivo identificar trabalhos com propostas de avaliação de sistemas de recomendação, mais especificamente medidas usadas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação nessas propostas de avaliação. A partir deste estudo, a avaliação do sistema de recomendação proposto neste trabalho foi planejada, considerando medidas que caracterizassem o desempenho do sistema.

O objetivo do segundo estudo foi identificar resultados de avaliações de sistemas de recomendação que utilizaram as mesmas medidas usadas na avaliação do sistema proposto, com o intuito de obter valores que dessem subsídios à análise dos resultados da avaliação do sistema de recomendação desenvolvido no contexto deste trabalho.

Para a realização dos estudos foi executado o processo de apoio à condução de estudos baseados em revisão sistemática definido em (MONTONI, 2007). Este processo contém três atividades:

- (i) Desenvolver o protocolo: nesta atividade o pesquisador realiza uma prospecção sobre o tema de interesse, define um protocolo de pesquisa para guiar a condução do estudo, testa e avalia o protocolo. O protocolo é testado para verificar a viabilidade de sua execução, bem como para identificar os ajustes necessários.
- (ii) Conduzir a pesquisa: nesta atividade, o estudo é conduzido com base no protocolo e os resultados da pesquisa são avaliados. Esta atividade envolve, também, a realização de análises quantitativas e qualitativas com base nos dados coletados.
- (iii) Relatar resultados: esta atividade envolve o empacotamento e a publicação dos resultados em alguma conferência, revista ou biblioteca de trabalhos científicos.

A seguir, os estudos realizados são descritos em detalhes.

## **I.2 Estudo sobre Medidas para Avaliação de Sistemas de Recomendação**

Este estudo baseado em revisão sistemática buscou identificar medidas que caracterizam o desempenho de sistemas de recomendação, utilizadas em abordagens para avaliação de sistemas de recomendação.

### **I.2.1 Definição do Protocolo de Pesquisa**

#### **I.2.1.1 Contexto**

No contexto deste trabalho, foi identificada a necessidade de avaliar o sistema de recomendação de ações corretivas proposto. Conforme descrito no Capítulo 3, a literatura apresenta várias abordagens para a avaliação de sistemas de recomendação, descrevendo algumas medidas específicas para caracterização do desempenho do sistema. Assim, este estudo baseado em revisão sistemática buscou identificar medidas que caracterizam o desempenho de sistemas de recomendação, utilizadas em abordagens para avaliação de sistemas de recomendação.

#### **I.2.1.2 Objetivo da Pesquisa**

O objetivo deste estudo foi delineado a partir do paradigma GQM (BASILI *et al.*, 1994), como descrito a seguir:

**Analisar** relatos de experiência e publicações científicas sobre sistemas de recomendação

**Com o propósito de** identificar medidas

**Com relação à** caracterização do desempenho de sistemas de recomendação

**Do ponto de vista** de pesquisadores

**No contexto** acadêmico e industrial

#### **I.2.1.3 Questão de Pesquisa**

A seguinte questão foi definida para atender o objetivo da pesquisa:

**Q1:** Quais medidas são usadas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação?

#### **I.2.1.4 Escopo da Pesquisa**

Para delinear o escopo da pesquisa foram estabelecidos critérios para seleção das fontes de pesquisa buscando tornar a execução do estudo viável considerando custo,

esforço e tempo, e garantir a acessibilidade aos dados e abrangência do estudo. Para essa seleção, os seguintes critérios foram adotados:

- Possuir engenho de busca que permita o uso de expressões lógicas ou mecanismo equivalente e que permitam a busca no texto completo das publicações;
- Pertencer a uma das editoras listadas no Portal de Periódicos da CAPES; e,
- Incluir em sua base publicações da área de exatas ou correlatas que possuam relação direta com o tema a ser pesquisado.

A pesquisa foi restrita à análise de publicações obtidas, exclusivamente, a partir das fontes selecionadas a partir dos critérios supracitados.

### **I.2.1.5 Procedimento para Seleção das Publicações**

As publicações foram selecionadas em três etapas:

1ª Etapa: seleção e catalogação preliminar das publicações: feita a partir da aplicação dos seguintes critérios de busca às fontes:

- Período: a partir de 01 de Janeiro de 1990.
- Idioma: inglês.
- Expressão de Busca (apresentada no formato da máquina de busca Scopus<sup>1</sup>):

*TITLE(evaluation OR evaluating) AND TITLE("recommender system"  
OR "recommendation system")<sup>2</sup>*

2ª Etapa: seleção das publicações relevantes (1º filtro): A seleção das publicações através de critérios busca não garante que todas as publicações selecionadas sejam úteis no contexto da pesquisa, pois a aplicação dos critérios de busca é restrita ao aspecto sintático. Assim sendo, após a identificação das publicações preliminares, os resumos (*abstracts*) foram lidos e analisados seguindo os critérios de inclusão a seguir:

- CI1: a publicação descreve abordagens para avaliação de sistemas de recomendação como sua principal contribuição.

---

<sup>1</sup> <http://www.scopus.com>

<sup>2</sup> Para se chegar a essa expressão de busca, foram realizados alguns testes. Uma descrição detalhada dos testes realizados encontra-se na seção I.2.2 deste apêndice.

- CI2: a publicação especifica medidas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação.

Cada publicação foi selecionada para a próxima etapa somente se atendessem a todos os critérios de inclusão descritos. Para diminuir o risco de que uma publicação fosse excluída prematuramente, em caso de dúvida ou não existência de resumo, a publicação não foi excluída.

3ª Etapa: Seleção das publicações relevantes (2º filtro): Apesar de limitar o universo de busca, o filtro aplicado na 2ª etapa não garante que todo o material coletado seja útil no contexto da pesquisa, uma vez que a seleção das publicações considerou a análise apenas do resumo da publicação. Assim, as publicações selecionadas na 2ª etapa foram lidas e analisadas com relação ao atendimento dos critérios de inclusão definidos.

#### **I.2.1.6 Procedimento para Extração e Armazenamento dos Dados**

Para cada publicação aprovada pela expressão de busca (1ª etapa do procedimento para seleção das publicações), os seguintes dados foram extraídos e armazenados: dados da publicação (título, autor(es), ano da publicação e referência completa) e resumo da publicação.

Cada publicação armazenada foi examinada e submetida aos filtros das duas etapas seguintes. As publicações eliminadas na 2ª ou 3ª etapa foram identificadas como “*E[número da etapa]: CI[número do(s) critério(s) de inclusão não atendido(s)]*”. Para algumas publicações o texto completo não estava disponível para acesso através das bibliotecas digitais. Nesse caso, foi feita uma busca em outros meios de acesso ao conteúdo completo da publicação e quando, mesmo assim, não foi possível obter o texto completo, a publicação foi identificada como “*Texto indisponível*” na 3ª etapa.

Para cada publicação selecionada na 3ª etapa, foram registrados seus achados, ou seja, as medidas utilizadas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação, identificadas na publicação.

#### **I.2.1.7 Procedimento para Análise dos Dados**

A partir dos dados armazenados (publicações e achados) foi realizada uma análise visando à obtenção de uma lista única de achados de medidas. Para isso, foram listadas (sem repetição) as medidas utilizadas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação, encontradas nas publicações e foram tabuladas a quantidade e o

percentual de publicações que as citam. A análise qualitativa também foi realizada a partir dos dados quantitativos e subsidiou considerações com o intuito de discutir os resultados da busca com relação à questão de pesquisa.

## I.2.2 Teste do Protocolo de Pesquisa

Antes da definição da expressão de busca apresentada na 1ª etapa do procedimento para seleção das publicações, alguns testes foram conduzidos de forma a tentar garantir que a expressão de busca escolhida estivesse de acordo com o objetivo e questão do estudo.

A partir de uma pesquisa inicial na literatura, artigos relevantes para o contexto deste trabalho foram identificados e serviram como artigos de controle da expressão de busca. Sendo artigos de controle, seria necessário que a expressão de busca utilizada no estudo fosse capaz de retorná-los. Foram definidos quatro artigos de controle, conforme mostra a Tabela I.1:

**Tabela I.1 – Artigos de controle definidos para o primeiro estudo baseado em revisão sistemática da literatura**

Id	Referência Completa
1	FOUSS, F., SAERENS, M., 2008, “Evaluating Performance of Recommender Systems: An Experimental Comparison”, In: <i>International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology</i> , pp. 735-738.
2	BRUCH, M., SCHÄFER, T., MEZINI, M., 2008, “On evaluating recommender systems for API usages”, In: <i>International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering</i> , pp. 16-20, New York, USA.
3	ZAIER, Z., GODIN, R., FAUCHER, L., 2008, “Evaluating Recommender Systems”, In: <i>International Conference on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-channel Distribution</i> , pp. 211-217, Washington, DC, USA.
4	CREMONESI, P., TURRIN, R., LENTINI, E., MATTEUCCI, M., 2008, “An Evaluation Methodology for Collaborative Recommender Systems”, In: <i>International Conference on Automated solutions for Cross Media Content and Multi-channel Distribution</i> , pp. 224-231, Washington, DC, USA.

A seguir são descritas as duas rodadas de testes realizadas para obtenção da expressão de busca utilizada no estudo.

### I.2.2.1 Primeira Rodada de Teste do Protocolo

Na primeira rodada de testes foi utilizada a seguinte expressão de busca, que procura pelos termos “*evaluation*” ou “*evaluating*” e “*recommender system*” ou “*recommendation system*” no título, resumo e palavras chave das publicações:

*TITLE-ABS-KEY(evaluation OR evaluating) AND TITLE-ABS-KEY("recommender system" OR "recommendation system")*

As máquinas de busca utilizadas foram a Scopus e a IEEE, que atendem aos critérios para seleção de fontes citados anteriormente. A seleção dessas fontes também se baseou no bom funcionamento e abrangência dessas bases, evidenciados em alguns trabalhos, como o de SCHOTS (2010) e BARCELLOS (2009).

Após a execução da expressão de busca, os seguintes resultados foram obtidos em cada máquina de busca:

Scopus: 557 publicações foram retornadas. Os quatro artigos de controle foram retornados.

IEEE: 262 publicações foram retornadas. Dos quatro artigos de controle, foram retornados três. Constatou-se que o artigo de controle 2 não foi retornado, pois não estava indexado na base da fonte.

### **I.2.2.2 Segunda Rodada de Teste do Protocolo**

Com a execução do primeiro teste, verificou-se que a expressão de busca utilizada retornou todos os artigos de controle quando consideradas as duas fontes. No entanto, muitas publicações foram retornadas em ambas as fontes. Após essa constatação, decidiu-se analisar mais detalhadamente as publicações retornadas, e observou-se que os artigos mais relevantes eram aqueles que, como contribuição principal, apresentavam uma revisão do estado da arte sobre avaliação de sistemas de recomendação. Além disso, percebeu-se que esses artigos mais relevantes e também os artigos de controle poderiam ser recuperados caso a mesma expressão de busca fosse usada restringindo-se a busca ao título das publicações. Assim, decidiu-se limitar a pesquisa ao título das publicações, esperando-se diminuir o número de publicações retornadas que não atendiam ao objetivo do estudo.

Nesta última rodada de testes, 39 publicações foram retornadas na máquina de busca Scopus e 14 foram retornadas na IEEE, totalizando 42 publicações distintas. Todos os artigos de controle foram retornados.

Analisando-se os resultados do teste do protocolo de pesquisa e considerando que foi possível obter todos os artigos de controle definidos inicialmente, pode-se concluir que o protocolo definido atendia ao objetivo do estudo e sua execução era viável.

### **I.2.3 Avaliação do Protocolo de Pesquisa**

O protocolo definido após os testes foi avaliado por um especialista em Engenharia de Software com experiências anteriores de planejamento e execução de estudos baseados em revisão sistemática. Além disso, a expressão de busca foi avaliada a partir do retorno dos artigos de controle definidos inicialmente.

### **I.2.4 Execução da Pesquisa**

Após a execução e avaliação do teste do protocolo, o estudo foi executado. Na 1ª etapa da seleção dos estudos, a expressão de busca foi executada nas máquinas de busca Scopus e IEEE e 42 publicações foram selecionadas na 1ª etapa.

Ao executar a 2ª etapa dos procedimentos para seleção das publicações, o título e resumo (*abstract*) de cada publicação foram lidos. Seguindo os critérios estabelecidos, nesta etapa foram selecionadas 23 publicações.

Durante a execução da 3ª etapa, verificou-se que não foi possível acessar todas as publicações selecionadas para esta etapa, pois algumas não estavam disponíveis para *download*. Assim, das 23 publicações previamente selecionadas, foi possível acessar 21.

Na 3ª etapa, as 21 publicações foram lidas e, destas, somente 11 atendiam a todos os critérios definidos. A Tabela I.2 apresenta a lista das 42 publicações selecionadas no estudo e identifica seus dados e os resultados de cada filtro aplicado.

**Tabela I.2 – Publicações selecionadas no primeiro estudo**

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
1	A Web-based personalized recommendation system for mobile phone selection: Design, implementation, and evaluation	CHEN, D.-N.; HU, P.J.-H.; KUO, Y.-R.; LIANG, T.-P.	2010	Journal of Expert Systems with Applications, v.37, n.12, pp.8201-8210	Scopus	E2:CI1	-
2	An Evaluation Framework for Content Recommender Systems The Industry Perspective	CIORDAS, C.; DOUMEN, J.	2010	International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, pp.273-277	Scopus e IEEE	OK	E3:CI2
3	Beyond accuracy: Evaluating recommender systems by coverage and serendipity	GE, M.; DELGADO-BATTENFELD, C.; JANNACH, D.	2010	4th ACM Conference on Recommender Systems, pp.257-260	Scopus	OK	OK
4	Design of an adaptive curriculum portfolio recommendation system by learning object similarity evaluation and group decision modeling	TSENG, F.S.C.; CHANG, I-P.; CHOU, ANNIE Y. H.	2010	10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.1303-1307	IEEE	E2:CI1	-
5	In situ evaluation of recommender systems: Framework and instrumentation	FUNK, M.; ROZINAT, A.; KARAPANOS, E.; MEDEIROS, A.K.A.; KOCA, A.	2010	International Journal of Human Computer Studies, v.68, n.8, pp.525-547	Scopus	OK	E3:CI2
6	Tutorial on evaluating recommender systems	SHANI, G.	2010	4th ACM Conference on Recommender Systems, pp.1	Scopus	E2:CI1	-
7	Workshop on user-centric evaluation of recommender systems and their interfaces	KNIJNENBURG, B.P.; BOLLEN, D.; SCHMIDT-THIEME, L.	2010	4th ACM Conference on Recommender Systems, pp.383	Scopus	E2:CI1	-
8	Building and evaluating a location-based service recommendation system with a preference adjustment mechanism	KUO, M.-H.; CHEN, L.-C.; LIANG, C.-W.	2009	Journal of Expert Systems with Applications, v.36, n.2, pp.3543-3554	Scopus	E2:CI1	-
9	Evaluating interface variants on personality acquisition for recommender systems	DUNN, G.; WIERSEMA, J.; HAM, J.; AROYO, L.	2009	Lecture Notes in Computer Science, v.5535, pp.259-270	Scopus	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
10	Evaluation of different fertilizer recommendation systems on various soils and crops in Hungary	CSATHO, P.; ARENDAS, T.; FODOR, N.; NEMETH, T.	2009	Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.40, pp.1689-1711	Scopus	OK	Texto indisponível
11	I like it... I like it not: Evaluating user ratings noise in recommender systems	AMATRIAIN, X.; PUJOL, J.M.; OLIVER, N.	2009	Lecture Notes in Computer Science, v.5535, pp.247-258	Scopus	E2:CI1	-
12	On the evaluation of recommender systems with recorded interactions	ROBBES, R.	2009	International Conference on Software Engineering, pp.45-48	Scopus e IEEE	OK	E3:CI1
13	An evaluation methodology for collaborative recommender systems	CREMONESI, P.; TURRIN, R.; LENTINI, E.; MATTEUCCI, M.	2008	4th International Conference on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-Channel Distribution, pp.224-231	Scopus e IEEE	OK	OK
14	Design of self-directed e-learning material recommendation system with on-line evaluation	LIU, F.-J.	2008	International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, pp.274-278	Scopus e IEEE	E2:CI1	-
15	Evaluating performance of recommender systems: An experimental comparison	FOUSS, F.; SAERENS, M.	2008	International Conference on Web Intelligence, pp.735-738	Scopus e IEEE	OK	OK
16	Evaluating product search and recommender systems for E-commerce environments	PU, P.; CHEN, L.; KUMAR, P.	2008	Journal of Electronic Commerce Research, v.8, pp.1-27	Scopus	OK	E3:CI1
17	Evaluating recommender systems	ZAIER, Z.; GODIN, R.; FAUCHER, L.	2008	4th International Conference on Automated Solutions for Cross Media Content and Multi-Channel Distribution, pp.211-217	Scopus e IEEE	OK	OK
18	Evaluation of a recommendation system for musical contents	LANCIERI, L.; MANGUIN, M.; MANGON, S.	2008	IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp.1213-1216	Scopus e IEEE	OK	E3:CI1
19	Evaluation of recommender systems: A new approach	OLMO, F.H.; GAUDIOSO, E.	2008	Journal of Expert Systems with Applications, v.35, n.3, pp.790-804	Scopus	OK	OK

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
20	On evaluating recommender systems for API usages	BRUCH, M.; SCHAFER, T.; MEZINI, M.	2008	ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering, pp.16-20	Scopus	OK	OK
21	User evaluation of a market-based recommender system	WEI, Y.Z.; JENNINGS, N.R.; MOREAU, L.; HALL, W.	2008	Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, v.17, n.2, pp.251-269	Scopus	E2:CI1	-
22	Analysis and evaluation of recommendation systems	ORIMO, E.; KOIKE, H.; MASUI, T.; TAKEUCHI, A.	2007	Lecture Notes in Computer Science, v.4557, pp.144-152	Scopus	OK	E3:CI1
23	Effectiveness of mobile recommender systems for tourist destinations: A user evaluation	MODSCHING, M.; KRAMER, R.; HAGEN, K.; GRETZEL, U.	2007	4th IEEE Workshop on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, pp.663-668	Scopus e IEEE	E2:CI1	-
24	Enabling pro-active user-centered recommender systems: An initial evaluation	BULTERMAN, D.C.A.; CESAR, P.; JANSEN, A.J.; KNOCHE, H.; SEAGER, W.	2007	9th IEEE International Symposium on Multimedia, pp.195-200	Scopus e IEEE	E2:CI1	-
25	Evaluating peer-to-peer recommender systems that exploit spontaneous affinities	RUFFO, G.; SCHIFANELLA, R.	2007	ACM Symposium on Applied Computing, pp.1574-1578	Scopus	OK	OK
26	Evaluating the use of semantics in collaborative recommender systems: A user study	KEARNEY, P.; SHAPCOTT, M.; ANAND, S.S.; PATTERSON, D.	2007	AAAI Workshop - Technical Report, WS-07-08, pp.46-53	Scopus	OK	E3:CI1
27	Effectiveness of mobile recommender systems for tourist destinations: A user evaluation	MODSCHING, M.; KRAMER, R.; HAGEN, K.; GRETZEL, U.	2007	AAAI Spring Symposium - Technical Report, SS-07-04, pp.88-89	Scopus	E2:CI1	-
28	Evaluation of attribute-aware recommender system algorithms on data with varying characteristics	TSO, K.H.L.; SCHMIDT-THIEME, L.	2006	Lecture Notes in Computer Science, v.3918, pp.831-840	Scopus	OK	OK
29	CROC: A new evaluation criterion for recommender systems	SCHEIN, A.I.; POPESCU, A.; UNGAR, L.H.; PENNOCK, D.M.	2005	Journal of Electronic Commerce Research, v.5, n.1, pp.51-74	Scopus	OK	OK

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
30	Evaluating the intrusion cost of recommending in recommender systems	OLMO, F.H.; GAUDIOSO, E.; BOTICARIO, J.G.	2005	Lecture Notes in Computer Science, v.3538, pp.342-346	Scopus	OK	OK
31	Movies recommenders systems: Automation of the information and evaluation phases in a multi-criteria decision-making process	PLANTIE, M.; MONTMAIN, J.; DRAY, G.	2005	Lecture Notes in Computer Science, v.3588, pp.633-644	Scopus	E2:CI1	-
32	A framework for evaluation of information filtering techniques in an Adaptive Recommender System	O'DONOVAN, J.; DUNNION, J.	2004	Lecture Notes in Computer Science, v.2945, pp.502-506	Scopus	OK	E3:CI1
33	Evaluating collaborative filtering recommender systems	HERLOCKER, J.L.; KONSTAN, J.A.; TERVEEN, L.G.; RIEDL, J.T.	2004	ACM Transactions on Information Systems, v.22, n.1, pp.5-53	Scopus	OK	OK
34	Evaluating information filtering techniques in an adaptive recommender system	O'DONOVAN, J.; DUNNION, J.	2004	Lecture Notes in Computer Science, v.3137, pp.312-315	Scopus	OK	E3:CI1
35	Evaluation of recommender systems through simulated users	MONTANER, M.; LOPEZ, B.; ROSA, J.L.	2004	6th International Conference on Enterprise Information Systems, pp.303-308	Scopus	OK	E3:CI2
36	Introduction to recommender systems: Algorithms and evaluation	KONSTAN, J.A.	2004	ACM Transactions on Information Systems, v.22, n.1, pp.1-4	Scopus	E2:CI1	-
37	Tàtari: An open source software tool for the development and evaluation of recommender system algorithms	HASSAN, H.; WATSON, I.	2004	Lecture Notes in Computer Science, v.3214, pp.46-52	Scopus	OK	Texto indisponível
38	Development of a recommendation system with multiple subjective evaluation process models	YANO, E.; SUEYOSHI, E.; SHINOHARA, I.; KATO, T.	2003	International Conference on Cyberworlds, pp.344-351	IEEE	E2:CI1	-
39	A content-based collaborative recommender system with detailed use of evaluations	FUNAKOSHI, K.; OHGURO, T.	2000	4th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Engineering Systems and Allied Technologies, pp.253-256	Scopus e IEEE	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
40	A sonar contact integrated manoeuvre evaluation and recommendation system	MANSELL, T.M.	1999	Information, Decision and Control, pp.531-536	IEEE	E2:CI1	-
41	Recommender systems for evaluating computer messages	AVERY, C.; ZECKHAUSER, R.	1997	Communications of the ACM, v.40, n.3, pp.88-89	Scopus	E2:CI1	-
42	SCIMERS: A Sonar Contact Integrated Manoeuvre Evaluation and Recommendation System	MANSELL, T.M.; MCARTHUR, B.	1997	Oceans Conference Record (IEEE), v.2, pp.1270-1276	Scopus e IEEE	E2:CI1	-

## I.2.5 Avaliação do Resultado da Pesquisa

O principal resultado da realização desse estudo baseado em revisão sistemática foi a lista de medidas utilizadas para caracterizar o desempenho de sistemas de recomendação, apresentada na Tabela I.3.

Segundo OLMO e GAUDIOSO (2008), desde os primeiros sistemas de recomendação, a maioria dos resultados de avaliações publicados está focada em medir o quanto uma recomendação realmente reflete as preferências do usuário e, por isso, as avaliações desses sistemas têm focado primeiramente em medidas relacionadas à acurácia. Os resultados desse estudo vão ao encontro dessa constatação, uma vez que as medidas mais citadas nas publicações são as medidas de acurácia.

De acordo com HERLOCKER *et al.* (2004), as medidas de acurácia podem ser classificadas como:

- Medidas para *Predição*: medem a capacidade do sistema em predizer a utilidade de uma recomendação;
- Medidas para *Classificação*: medem a capacidade do sistema em classificar corretamente os itens como adequados ou não adequados; e,
- Medidas para *Ordenação*: medem a capacidade do sistema em ordenar itens adequados conforme ordenação do usuário.

Assim, a lista de medidas resultante desse estudo foi organizada de modo a identificar se a medida está relacionada à acurácia ou a outro atributo. Além disso, para as medidas de acurácia, a classificação da medida conforme a definição acima também foi identificada. A Tabela I.3 apresenta essa lista considerando a classificação acima, e a análise quantitativa desses achados conforme definido nos procedimentos de análise dos dados.

**Tabela I.3 – Lista de medidas usadas para avaliar sistemas de recomendação identificadas no primeiro estudo**

<b>Id</b>	<b>Medida</b>	<b>Medida de Acurácia</b>	<b>Classificação de Medida de Acurácia</b>	<b>Nº de Publicações</b>	<b>%</b>
M1	Cobertura <sup>3</sup> ( <i>Recall</i> )	Sim	Classificação	8	72,73
M2	Precisão	Sim	Classificação	6	54,55

<sup>3</sup> Em alguns trabalhos, o termo *Recall* é traduzido como Revocação e o termo Cobertura é usado como tradução para o termo *Coverage*.

<b>Id</b>	<b>Medida</b>	<b>Medida de Acurácia</b>	<b>Classificação de Medida de Acurácia</b>	<b>Nº de Publicações</b>	<b>%</b>
M3	Medida F1	Sim	Classificação	5	45,45
M4	<i>Receiver Operating Characteristic Curve</i>	Sim	Classificação	4	36,36
M5	Acurácia	Sim	Classificação	3	27,27
M6	Desempenho	Sim	Classificação	1	9,09
M7	Taxa de falso-positivo	Sim	Classificação	1	9,09
M8	<i>Customer Receiver Operating Characteristic Curve</i>	Sim	Classificação	1	9,09
M9	<i>Pearson correlation</i>	Sim	Ordenação	1	9,09
M10	<i>Spearman's</i>	Sim	Ordenação	1	9,09
M11	<i>Kendall's Tau</i>	Sim	Ordenação	1	9,09
M12	<i>Half-life Utility</i>	Sim	Ordenação	1	9,09
M13	<i>Normalized Distance-based Performance Measure</i>	Sim	Ordenação	1	9,09
M14	<i>Mean Absolute Error</i>	Sim	Predição	5	45,45
M15	<i>Mean Squared Error</i>	Sim	Predição	1	9,09
M16	<i>Root Mean Squared Error</i>	Sim	Predição	1	9,09
M17	<i>Coverage</i>	Não	Não se aplica	2	18,18
M18	Capacidade de inovação	Não	Não se aplica	2	18,18
M19	Robustez	Não	Não se aplica	1	9,09
M20	Tempo de execução	Não	Não se aplica	1	9,09
M21	<i>Recommendation Gain</i>	Não	Não se aplica	1	9,09
M22	<i>Averaged Recommendation Gain</i>	Não	Não se aplica	1	9,09
M23	<i>Normalized Averaged Recommendation Gain</i>	Não	Não se aplica	1	9,09

Considerando os resultados desse estudo, pode-se concluir que as medidas mais usadas são as medidas de acurácia. Em avaliações cujo principal objetivo é determinar se os itens recomendados são adequados ou não, as medidas mais usadas são Precisão, Cobertura e F1. Quando o foco da avaliação é analisar o quanto o sistema é capaz de prever a utilidade de um dado item, a medida mais usada é *Mean Absolute Error*.

### **I.3 Estudo sobre Resultados de Avaliação de Sistemas de Recomendação**

Este estudo baseado em revisão sistemática buscou identificar resultados de avaliações de sistemas de recomendação que utilizaram as medidas de acurácia, mais especificamente as medidas Precisão, Cobertura e F1. Essas medidas foram

selecionadas por serem as mais usadas em avaliações cujo principal objetivo é avaliar se os itens recomendados são adequados ou não, foco deste trabalho, conforme descrito no Capítulo 3.

A Precisão é definida como a taxa de itens adequados recomendados em relação ao total de itens recomendados enquanto a Cobertura apresenta a taxa de itens adequados recomendados em relação ao total de itens adequados. A Precisão indica a probabilidade de um item recomendado ser adequado e a Cobertura indica a probabilidade de um item adequado ser recomendado. Pelo fato de essas duas medidas serem conflitantes entre si, freqüentemente uma terceira medida é analisada em conjunto com a Precisão e a Cobertura: a medida F1, que é definida como uma média harmônica das medidas Precisão e Cobertura. As fórmulas de cálculo dessas medidas são apresentadas a seguir.

$$\text{Precisão} = \frac{Nra}{Nr} \quad \text{(i)} \quad \text{Cobertura} = \frac{Nra}{Na} \quad \text{(ii)} \quad \text{F1} = \frac{2 * \text{Precisão} * \text{Cobertura}}{\text{Precisão} + \text{Cobertura}} \quad \text{(iii)}$$

Nas fórmulas (i) e (ii),  $Nra$  é o número de itens recomendados e adequados,  $Na$  é o número total de itens adequados (recomendados e não recomendados) e  $Nr$  é o número total de itens recomendados (adequados e não adequados).

### **I.3.1 Definição do Protocolo de Pesquisa**

#### **I.3.1.1 Contexto**

No contexto deste trabalho, foi planejada uma avaliação do sistema de recomendação de ações corretivas proposto considerando algumas medidas de desempenho do sistema. O sistema de recomendação proposto foi avaliado com relação às medidas Precisão, Cobertura e F1, consideradas medidas de acurácia. Nesse contexto, este estudo baseado em revisão sistemática buscou identificar resultados de avaliações de sistemas de recomendação que utilizaram essas mesmas medidas, com o intuito de obter valores de referência que dessem subsídios à análise dos resultados da avaliação do sistema de recomendação desenvolvido no contexto deste trabalho.

#### **I.3.1.2 Objetivo da Pesquisa**

O objetivo deste estudo foi delineado a partir do paradigma GQM (BASILI *et al.*, 1994), como descrito a seguir:

**Analisar** relatos de experiência e publicações científicas sobre sistemas de recomendação

**Com o propósito de** identificar resultados de avaliação de sistemas de recomendação

**Com relação às** medidas de acurácia

**Do ponto de vista de** pesquisadores

**No contexto** acadêmico e industrial

### **I.3.1.3 Questão de Pesquisa**

A seguinte questão foi definida para atender o objetivo da pesquisa:

**Q1:** Qual o desempenho aceitável para um sistema de recomendação com relação às medidas Precisão, Cobertura e F1?

### **I.3.1.4 Escopo da Pesquisa**

Para delinear o escopo da pesquisa foram adotados os mesmos critérios definidos para o primeiro estudo, conforme descrito na seção I.2.1.4.

### **I.3.1.5 Procedimento para Seleção das Publicações**

As publicações foram selecionadas em três etapas:

1ª Etapa: seleção e catalogação preliminar das publicações: feita a partir da aplicação dos seguintes critérios de busca às fontes:

- Período: a partir de 01 de Janeiro de 2009.
- Idioma: inglês.
- Expressão de Busca (apresentada no formato da máquina de busca Scopus):

*TITLE-ABS-KEY("recommender system" OR "recommendation system")  
AND precision AND recall AND PUBYEAR AFT 2008<sup>4</sup>*

2ª Etapa: seleção das publicações relevantes (1º filtro): A seleção das publicações através de critérios busca não garante que todas as publicações selecionadas sejam úteis no contexto da pesquisa, pois a aplicação dos critérios de busca é restrita ao aspecto sintático. Assim sendo, após a identificação das publicações preliminares, os resumos (*abstracts*) foram lidos e analisados seguindo os critérios de inclusão a seguir:

---

<sup>4</sup> Para se chegar a essa expressão de busca, foram realizados alguns testes. Uma descrição detalhada dos testes realizados encontra-se na seção I.3.2 deste apêndice.

- CI1: a publicação descreve um sistema de recomendação como uma de suas principais contribuições<sup>5</sup>.
- CI2: a publicação descreve uma avaliação do sistema de recomendação considerando pelo menos uma das seguintes medidas: Precisão e Cobertura (avaliadas em conjunto) ou F1.
- CI3: a publicação apresenta claramente os valores obtidos para as medidas Precisão, Cobertura e F1.

Cada publicação foi selecionada para a próxima etapa somente se atendessem a todos os critérios de inclusão descritos. Para diminuir o risco de que uma publicação fosse excluída prematuramente, em caso de dúvida ou não existência de resumo, a publicação não foi excluída.

3ª Etapa: Seleção das publicações relevantes (2º filtro): Apesar de limitar o universo de busca, o filtro aplicado na 2ª etapa não garante que todo o material coletado seja útil no contexto da pesquisa, uma vez que a seleção das publicações considerou a análise apenas do resumo da publicação. Assim, as publicações selecionadas na 2ª etapa foram lidas e analisadas com relação ao atendimento dos critérios de inclusão definidos.

#### **I.3.1.6 Procedimento para Extração e Armazenamento dos Dados**

Os procedimentos adotados para extração e armazenamento de dados neste estudo foram os mesmos adotados para o primeiro estudo, conforme descrito na seção I.2.1.6, considerando que neste segundo estudo os achados registrados foram os valores das medidas Precisão, Cobertura e F1 coletadas para os sistemas de recomendação avaliados.

#### **I.3.1.7 Procedimento para Análise dos Dados**

A partir dos dados armazenados (publicações e achados) foi realizada uma análise visando à obtenção de uma lista de valores das medidas Precisão, Cobertura e F1 coletadas para os sistemas de recomendação avaliados. Para isso, foram listados os sistemas de recomendação avaliados e os valores coletados para essas medidas. Para cada sistema avaliado também foi identificado o objetivo da recomendação. Além disso,

---

<sup>5</sup> Algumas publicações relacionadas a sistemas de recomendação apresentam, de fato, uma técnica, um método ou um algoritmo para ser usado em sistemas de recomendação. Nesta revisão, essas publicações não atendem ao critério de inclusão CII.

algumas características do sistema foram listadas de modo a identificar as abordagens e técnicas implementadas no sistema de recomendação. A análise qualitativa também foi realizada a partir dos dados quantitativos e subsidiou considerações com o intuito de discutir os resultados da busca com relação à questão de pesquisa.

### I.3.2 Teste do Protocolo de Pesquisa

Antes da definição da expressão de busca apresentada na 1ª etapa do procedimento para seleção das publicações, alguns testes foram conduzidos de forma a tentar garantir que a expressão de busca escolhida estivesse de acordo com o objetivo e questão do estudo.

A partir de uma pesquisa inicial na literatura, artigos relevantes para o contexto deste trabalho foram identificados e serviram como artigos de controle da expressão de busca. Sendo artigos de controle, seria necessário que a expressão de busca utilizada no estudo fosse capaz de retorná-los. Foram definidos quatro artigos de controle, conforme mostra a Tabela I.4:

**Tabela I.4 – Artigos de controle definidos para o segundo estudo baseado em revisão sistemática da literatura**

Id	Referência Completa
1	CASTRO-HERRERA, C., 2010, “A Hybrid Recommender System for Finding Relevant Users in Open Source Forums”, In: <i>3th International Workshop on Managing Requirements Knowledge</i> , pp.41-50.
2	ALABASTRO, P., ANG, M., DE GUZMAN, R., MUHI, M., SUAREZ, M., 2010, “MyMuseum: Integrating Personalized Recommendation and Multimedia for Enriched Human-System Interaction”, <i>6th International Conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications</i> , pp.421-426.
3	IJNTEMA, W., GOOSSEN, F., FRASINCAR, F., HOGENBOOM, F., 2010, “Ontology-based news recommendation”, In: <i>EDBT/ICDT Workshops</i> , Article 16.
4	KANAWATI, R., KAROUI, H., 2009, “A P2P Collaborative Bibliography Recommender System”, In: <i>4th International Conference on Internet and Web Applications and Services</i> , pp.90-96.

A seguir são descritas as três rodadas de testes realizadas para obtenção da expressão de busca utilizada no estudo.

#### I.3.2.1 Primeira Rodada de Teste do Protocolo

Na primeira rodada de testes foi utilizada a seguinte expressão de busca, que procura pelos termos “*recommender system*” ou “*recommendation system*” no título, resumo e

palavras chave das publicações e os termos “*precision*” e “*recall*” ou “F1” em todo o texto da publicação:

*TITLE-ABS-KEY("recommender system" OR "recommendation system") AND ((precision AND recall) OR F1)*

Vale ressaltar que a literatura enfatiza que as medidas Precisão e Cobertura devem ser analisadas em conjunto, pois são conflitantes entre si.

As máquinas de busca utilizadas foram a Scopus e a IEEE, que atendem aos critérios para seleção de fontes citados anteriormente. A seleção dessas fontes também se baseou no bom funcionamento e abrangência dessas bases, evidenciados em alguns trabalhos, como o de SCHOTS (2010) e BARCELLOS (2009). Além disso, essas bases também se mostraram satisfatórias no estudo baseado em revisão sistemática executado no contexto deste trabalho para determinar medidas de avaliação de sistema de recomendação.

Após a execução da expressão de busca, os seguintes resultados foram obtidos em cada máquina de busca:

Scopus: 59 publicações foram retornadas. Dos quatro artigos de controle, foram retornados três (1, 2 e 3). Constatou-se que o artigo de controle 4 não foi retornado, pois não estava indexado na base da fonte.

IEEE: 268 publicações foram retornadas. Dos quatro artigos de controle, foram retornados dois (2 e 4). Constatou-se que os artigos de controle 1 e 3 não foram retornados, pois não estavam indexados na base da fonte.

### **I.3.2.2 Segunda Rodada de Teste do Protocolo**

Com a execução do primeiro teste, verificou-se que a expressão de busca utilizada retornou todos os artigos de controle quando consideradas as duas fontes. No entanto, muitas publicações foram retornadas em ambas as fontes. Após essa constatação, decidiu-se analisar mais detalhadamente as publicações retornadas, e observou-se que os artigos que descreviam a medida F1, normalmente também descreviam as medidas Precisão e Cobertura, uma vez que a primeira é calculada a partir das outras duas medidas. Assim, decidiu-se alterar a expressão de busca para desconsiderar a medida F1.

Após a execução dessa segunda etapa, desconsiderando a medida F1, foram retornadas 56 publicações na máquina de busca Scopus e 228 publicações na IEEE e todos os artigos de controle continuaram sendo retornados, considerando as duas bases.

### **I.3.2.3 Terceira Rodada de Teste do Protocolo**

Com a execução do segundo teste verificou-se que todos os artigos de controle indexados nas duas fontes continuavam sendo retornados e o número de publicações retornadas diminuiu, mas muitas publicações ainda estavam sendo retornadas. Por isso, decidiu-se limitar a busca às publicações mais recentes, uma vez que o objetivo deste estudo é obter valores aceitáveis para as medidas previamente selecionadas. Assim, esperando-se diminuir o número de publicações retornadas que não atendiam ao objetivo do estudo, decidiu-se limitar esta pesquisa aos trabalhos publicados a partir de 2009. Na primeira e na segunda rodada de teste do protocolo não houve restrição com relação à data da publicação e as publicações retornadas haviam sido publicadas entre 2000 e 2011.

Nesta última rodada de testes, 32 publicações foram retornadas na máquina de busca Scopus e 123 na IEEE, totalizando 149 publicações distintas. Todos os artigos de controle foram retornados.

Analisando-se os resultados do teste do protocolo de pesquisa e considerando que foi possível obter todos os artigos de controle definidos inicialmente, pode-se concluir que o protocolo definido atendia ao objetivo do estudo e sua execução era viável.

### **I.3.3 Avaliação do Protocolo de Pesquisa**

O protocolo definido após os testes foi avaliado por um especialista em Engenharia de Software com experiências anteriores de planejamento e execução de estudos baseados em revisão sistemática. Além disso, a expressão de busca foi avaliada a partir do retorno dos artigos de controle definidos inicialmente.

### **I.3.4 Execução da Pesquisa**

Após a execução e avaliação do teste do protocolo, o estudo foi executado. Na 1ª etapa da seleção dos estudos, a expressão de busca foi executada nas máquinas de busca Scopus e IEEE e 149 publicações foram selecionadas na 1ª etapa.

Ao executar a 2ª etapa dos procedimentos para seleção das publicações, o título e resumo (*abstract*) de cada publicação foram lidos. Seguindo os critérios estabelecidos, nesta etapa foram selecionadas 68 publicações.

Durante a execução da 3ª etapa, verificou-se que não foi possível acessar todas as publicações selecionadas para esta etapa, pois algumas não estavam disponíveis para *download*. Assim, das 68 publicações previamente selecionadas, foi possível acessar 65.

Na 3ª etapa, as 65 publicações foram lidas e, destas, somente 14 atendiam a todos os critérios definidos. A Tabela I.5 apresenta a lista das 149 publicações selecionadas no estudo e identifica seus dados e os resultados de cada filtro aplicado.

Ao analisar as publicações descartadas nas 2ª e 3ª etapas, observou-se que a maior parte delas (aproximadamente 60%) realmente apresentava avaliações considerando as medidas Precisão e Cobertura, porém, as medidas não eram relativas a um sistema de recomendação e sim a uma técnica, um método ou um algoritmo para ser usado em sistemas de recomendação.

**Tabela I.5 – Publicações selecionadas no segundo estudo**

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1° Filtro</b>	<b>2° Filtro</b>
1	CoFiDS: A Belief-Theoretic Approach for Automated Collaborative Filtering	Wickramaratne, T.L.; Premaratne, K.; Kubat, M.; Jayaweera, D.T.;	2011	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v.23, n.2, pp.175-189.	IEEE	E2:CI1	-
2	Improving Aggregate Recommendation Diversity Using Ranking-Based Techniques	Adomavicius, G.; Kwon, Y.;	2011	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v.5, pp.506-510.	IEEE	E2:CI1	-
3	A dynamic web recommender system based on cellular learning automata	Talabeigi, M.; Forsati, R.; Meybodi, M.R.;	2010	2nd International Conference on Computer Engineering and Technology (ICCET), v.7, pp.755-761, 16-18.	IEEE	OK	E3:CI1
4	A fuzzy hybrid recommender system	Maatallah, M.; Seridi, H.;	2010	International Conference on Machine and Web Intelligence (ICMWI), pp.258-263.	IEEE	OK	E3:CI1
5	A fuzzy recommender system for dynamic prediction of user's behavior	Nadi, S.; Saraee, M.; Davarpanah-Jazi, M.;	2010	International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST), pp.1-5.	IEEE	OK	E3:CI1
6	A Graph Indexing Approach for Content-Based Recommendation System	Peng, T.; Wang, W.; Gong, X.; Tian, Y.; Yang, X.; Ma, J.;	2010	2nd International Conference on Multimedia and Information Technology (MMIT), v.1, pp.93-97.	IEEE	OK	E3:CI1
7	A hybrid recommender system for finding relevant users in open source forums	Castro-Herrera, C.;	2010	3th International Workshop on Managing Requirements Knowledge (MARK), pp.41-50.	Scopus e IEEE	OK	OK
8	A Hybrid Web Recommender System Based on Cellular Learning Automata	Talabeigi, M.; Forsati, R.; Meybodi, M.R.;	2010	IEEE International Conference on Granular Computing (GrC), pp.453-458.	IEEE	OK	E3:CI1
9	A new collaborative filtering metric that improves the behavior of recommender systems	Bobadilla, J.; Serradilla, F.; Bernal, J.;	2010	Journal of Knowledge-Based Systems, v.23, n.6, pp.520-528.	Scopus	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
10	A New User Similarity Measure for Collaborative Filtering Algorithm	Shen, L.; Zhou, Y;	2010	2nd International Conference on Computer Modeling and Simulation, v.2, pp.375-379.	IEEE	E2:CI1	-
11	A P2P REcommender System based on Gossip Overlays (PREGO)	Baraglia, R.; Mordacchini, M.; Dazzi, P.; Ricci, L.;	2010	10th International Conference on Computer and Information Technology (CIT), pp.83-90.	IEEE	OK	E3:CI2
12	A personalized recommendation system based on case intelligence	Li, J.; Li, R.; Zheng, J.; Zeng, Z.;	2010	International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT), v.1, pp.162-166.	IEEE	OK	E3:CI2
13	A Probabilistic Approach to Personalized Tag Recommendation	Hu, M.; Lim, E-P; Jiang, J.;	2010	2nd International Conference on Social Computing (SocialCom), pp.33-40.	IEEE	E2:CI1	-
14	A recommender system based on a generic contextual advertising approach	Addis, A.; Armano, G.; Giuliani, A.; Vargiu, E.;	2010	IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC), pp.859-861.	IEEE	OK	E3:CI3
15	A system to recommend dishes by the real time recognition of dining activity	Inoue, T.; Matsusaka, Y.;	2010	IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics (SMC), pp.2448-2452.	IEEE	OK	OK
16	A Two-stage Personalized Recommendation in CTS Using Graph-Based Clustering	Qinglin, W.; Huifeng, X.; Bo, L.; Minghu, W.;	2010	International Conference on E-Business and E-Government (ICEE), pp.3629-3632.	IEEE	E2:CI1	-
17	A Unified Framework for Link Recommendation Using Random Walks	Yin, Z.; Gupta, M.; Weninger, T.; Han, J.;	2010	International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), pp.152-159.	IEEE	E2:CI1	-
18	A Unified Framework for Providing Recommendations in Social Tagging Systems Based on Ternary Semantic Analysis	Symeonidis, P.; Nanopoulos, A.; Manolopoulos, Y.;	2010	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v.22, n.2, pp.179-192.	Scopus e IEEE	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
19	An Evaluation Framework for Content Recommender Systems The Industry Perspective	Ciordas, C.; Doumen, J.;	2010	International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), v.3, pp.273-277.	IEEE	E2:CI1	-
20	An Evaluation of Structure Based Similarity Indexes for Collaborative Filtering	Chen, Y.; Shang, M.-S.;	2010	3th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp.474-477.	IEEE	E2:CI1	-
21	An intelligent recommender derived from its characteristic case revision	Zhao, Y.; Li, J.; Xie, X.;	2010	International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM), v.5, pp.240-244.	IEEE	OK	E3:CI2
22	An intelligent system for semi-automatic evolution of ontologies	Ramezani, M.; Witschel, H.F.;	2010	5th IEEE International Conference on Intelligent Systems (IS), pp.73-78.	IEEE	OK	E3:CI1
23	An Online Video Recommendation Framework Using View Based Tag Cloud Aggregation	Park, J; Lee, S; Kim, K; Chung, B; Lee, Y.;	2010	IEEE Multimedia, v.16, n.3, pp.99	IEEE	OK	E3:CI1
24	An Study on Personalized Recommendation Model Based on Search Behaviors and Resource Properties	Peng, X.; Huang, S.; Niu, Z.;	2010	2nd International Conference on Information Engineering and Computer Science (ICIECS), pp.1-4.	IEEE	E2:CI1	-
25	Analysis of user critical interests based on an improved Shortest Root Tree algorithms	Zhang, S.; Yang, J.;	2010	IEEE International Conference on Progress in Informatics and Computing (PIC), v.2, pp.1189-1193.	IEEE	E2:CI1	-
26	Application of Sequence Alignment Technique to Collaborative Recommendations in e-Commerce	Liu, P.; Hai, L.;	2010	International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE), pp.1-3.	IEEE	E2:CI1	-
27	Applying clustering algorithms on Peer-to-Peer networks for content searching and recommendation	Shavitt, Y.; Weinsberg, E.; Weinsberg, U.;	2010	26th Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel (IEEEI), pp.244-248.	IEEE	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
28	Augmenting Chinese Online Video Recommendations by Using Virtual Ratings Predicted by Review Sentiment Classification	Zhang, W.; Ding, G.; Chen, L.; Li, C.;	2010	IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.1143-1150.	IEEE	OK	E3:CI1
29	Automatic audio tagging using covariate shift adaptation	Wichern, G.; Yamada, M.; Thornburg, H.; Sugiyama, M.; Spanias, A.;	2010	IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP), pp.253-256.	IEEE	E2:CI1	-
30	Bilinear models for item recommendation based on tags	Liu, H.; Zeng, D.; Xia, F.; HuiQian Li;	2010	IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics (SOLI), pp.463-466.	IEEE	E2:CI1	-
31	Capturing user behavior in multimedia recommenders	Albanese, M.; d'Acierno, A.; Moscato, V.; Picariello, A.;	2010	International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI), pp.1-6.	IEEE	OK	E3:CI2
32	COD: Iterative Utility Elicitation for Diversified Composite Recommendations	Alodhaibi, K.; Brodsky, A.; Mihaila, G.A.;	2010	43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), pp.1-10.	IEEE	E2:CI1	-
33	Collaborative filtering recommendation based on fuzzy clustering of user preferences	Wang, J.; Zhang, N.-Y.; Yin, J.;	2010	7th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), v.4, pp.1946-1950.	Scopus e IEEE	E2:CI1	-
34	Collaborative filtering technique for web service recommendation based on user-operation combination	Chan, N.N.; Gaaloul, W.; Tata, S.;	2010	Lecture Notes in Computer Science, v.6426, pp.222-239.	Scopus	E2:CI1	-
35	Collaborative filtering with diffusion-based similarity on tripartite graphs	Shang, M.-S.; Zhang, Z.-K.; Zhou, T.; Zhang, Y.-C.;	2010	Journal Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, v. 389, n.6, pp. 259-1264.	Scopus	E2:CI1	-
36	Collaborative filtering: The aim of recommender systems and the significance of user ratings	Redpath, J.; Glass, D.H.; McClean, S.; Chen, L.;	2010	Lecture Notes in Computer Science, v.5993, pp.394-406.	Scopus	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
37	Customizing knowledge-based recommender system by tracking analysis of user behavior	Li, X.; Murata, T.;	2010	17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM), pp.65-69.	Scopus e IEEE	OK	OK
38	Effects of negative ratings on personalized recommendation	Zeng, W.; Shang, M.-S.;	2010	5th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE), pp.375-379.	IEEE	E2:CI1	-
39	Engene: A genetic algorithm classifier for content-based recommender systems that does not require continuous user feedback	Pagonis, J.; Clark, A.F.;	2010	UK Workshop on Computational Intelligence (UKCI), pp.1-6.	IEEE	E2:CI1	-
40	FOAF-based distributed desktop system for programs recommendation	Yu, W.; Li, S.; Zhang, Y.;	2010	2nd IEEE International Conference on Information and Financial Engineering (ICIFE), pp.171-175.	IEEE	OK	OK
41	Fuzzy-Bayesian network approach to genre-based recommender systems	Ashkezari-T, S.; Akbarzadeh-T, M.-R.;	2010	IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ), pp.1-7.	IEEE	E2:CI1	-
42	Graph-Based Recommendation on Social Networks	Wang, Z.; Tan, T.; Ming Zhang;	2010	12th International Asia-Pacific Web Conference (APWEB), pp.116-122.	IEEE	E2:CI1	-
43	Hybrid Multiple Channels-Based Recommendations for Mobile Commerce	Liou, C.-H.; Liu, D.-R.;	2010	43rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), pp.1-8.	IEEE	E2:CI1	-
44	Impact of Peers' Similarity on Recommendations in P2P Systems	Mekouar, L.; Iraqi, Y.; Boutaba, R.;	2010	10th International Conference on Computer and Information Technology (CIT), pp.393-399.	IEEE	OK	E3:CI2
45	Implicit: a multi-agent recommendation system for web search	Birukou, A.; Blanzieri, E.; Giorgini, P.;	2010	Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, pp.1-34.	Scopus	OK	E3:CI3
46	Improving a News Recommendation System in Adapting to Interests of a User with Storage of a Constant Size	Nishitarumizu, A.; Itokawa, T.; Kitasuka, T.; Aritsugi, M.;	2010	12th International Asia-Pacific Web Conference (APWEB), pp.109-115.	IEEE	OK	E3:CI1

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
47	Infrequent Purchased Product Recommendation Making Based on User Behaviour and Opinions in E-commerce Sites	Abdullah, N.; Xu, Y.; Geva, S.; Chen, J.;	2010	IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.1084-1091.	IEEE	E2:CI1	-
48	INORM: A New Approach in E-commerce Recommendation	Memari, M.; Amerian, A.;	2010	2nd International Conference on Computer Engineering and Applications (ICCEA), v.2, pp.55-59.	IEEE	E2:CI1	-
49	Insights from Applying Sequential Pattern Mining to E-commerce Click Stream Data	Pitman, A.; Zanker, M.;	2010	IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.967-975.	IEEE	E2:CI1	-
50	Integrating Multiple Linear Regression and Multicriteria Collaborative Filtering for Better Recommendation	Hwang, C.-S.; Kao, Y.-C.; Yu, P.;	2010	International Conference on Computational Aspects of Social Networks (CASoN), pp.229-232.	IEEE	E2:CI1	-
51	Integrating Social Relations into Personalized Tag Recommendation	Liu, K.; Fang, B.;	2010	2nd International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC), v.1, pp.292-295.	IEEE	E2:CI1	-
52	Language Models and Topic Models for Personalizing Tag Recommendation	Krestel, R.; Fankhauser, P.;	2010	International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), v.1, pp.82-89.	IEEE	E2:CI1	-
53	Learning Collaborative Filtering and Its Application to People to People Recommendation in Social Networks	Cai, X.; Bain, M.; Krzywicki, A.; Wobcke, W.; Kim, Y.S.; Compton, P.; Mahidadia, A.;	2010	10th International Conference on Data Mining (ICDM), pp.743-748.	IEEE	E2:CI1	-
54	Learning to Predict Ad Clicks Based on Boosted Collaborative Filtering	Fan, T.-K.; Chang, C.-H.;	2010	2nd International Conference on Social Computing (SocialCom), pp.209-216.	IEEE	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
55	Literature recommendation based on reference graph	Yang, Y.; Yun, L.;	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), v.3, pp.400-404.	IEEE	E2:CI1	-
56	Memetic Collaborative Filtering Based Recommender System	Banati, H.; Mehta, S.;	2010	2nd Vaagdevi International Conference on Information Technology for Real World Problems (VCON), pp.102-107.	IEEE	OK	E3:CI1
57	Mining Users' Opinions Based on Item Folksonomy and Taxonomy for Personalized Recommender Systems	Liang, H.; Xu, Y.; Li, Y.;	2010	IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.1128-1135.	IEEE	E2:CI1	-
58	Movie recommendations based in explicit and implicit features extracted from the filmtipset dataset	Diez, F.; Chavarriaga, J.E.; Campos, P.G.; Bellogin, A.;	2010	Workshop on Context-Aware Movie Recommendation, pp.45-52.	Scopus	E2:CI1	-
59	Multi-criteria retrieval in cultural heritage recommendation systems	di Bitonto, P.; Laterza, M.; Roselli, T.; Rossano, V.;	2010	Lecture Notes in Computer Science, v.6277, pp.64-73.	Scopus	OK	Texto indisponível
60	Music Recommendation Using Content and Context Information Mining	Su, J.-H.; Yeh, H.-H.; Yu, P.S.; Tseng, V.S.;	2010	IEEE Intelligent Systems, v.25, n.1, pp.16-26.	IEEE	OK	E3:CI3
61	MusicBox: Personalized Music Recommendation Based on Cubic Analysis of Social Tags	Nanopoulos, A.; Rafailidis, D.; Symeonidis, P.; Manolopoulos, Y.;	2010	IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, v.18, n.2, pp.407-412.	IEEE	E2:CI1	-
62	MyMuseum: Integrating personalized recommendation and multimedia for enriched human-system interaction	Alabastro, P.; Ang, M.; de Guzman, R.; Muhi, M.; Suarez, M.;	2010	6th International Conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications (IDC), pp.421-426.	IEEE	OK	OK
63	Niche Product Retrieval in Top-N Recommendation	Zhang, M.; Hurley, N.;	2010	International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), v.1, pp.74-81.	IEEE	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
64	Non-Redundant Sequential Association Rule Mining and Application in Recommender Systems	Zang, H.; Xu, Y.; Li, Y.;	2010	International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), v.3, pp.292-295.	IEEE	E2:CI1	-
65	On the Design of the Semantic P2P System for Music Recommendation	Chen, M.-H.; Lin, K.C.-J.; Kung, C.-C.; Chou, C.-F.; Tu, C.-J.;	2010	International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA), pp.442-448.	IEEE	OK	E3:CI1
66	One-class classification models for financial industry information recommendation	Xu, J.; Chen, Q.-C.; Wang, X.-L.; Wei, Z.-Y.;	2010	International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), v.6, pp.3329-3334.	IEEE	OK	E3:CI1
67	One-Class Matrix Completion with Low-Density Factorizations	Sindhwani, V.; Bucak, S.S.; Hu, J.; Mojsilovic, A.;	2010	10th International Conference on Data Mining (ICDM), pp.1055-1060.	IEEE	E2:CI1	-
68	Ontology-based news recommendation	IJntema, W.; Goossen, F.; Frasincaar, F.; Hogenboom, F.;	2010	EDBT/ICDT Workshops, Article 16.	Scopus	OK	OK
69	Optimization of tag recommender systems in a real life setting	Chojnacki, S.; Czerski, D.; Kłopotek, M.;	2010	3rd Conference on Human System Interactions (HSI), pp.107-112.	IEEE	E2:CI1	-
70	Performance of recommender algorithms on top-N recommendation tasks	Cremonesi, P.; Koren, Y.; Turrin, R.;	2010	4th ACM Conference on Recommender Systems, pp.39-46.	Scopus	E2:CI1	-
71	Personalized DTV program recommendation system under a cloud computing environment	Lee, S.; Lee, D.; Lee, S.;	2010	IEEE Transactions on Consumer Electronics, v.56, n.2, pp.1034-1042.	IEEE	OK	OK
72	Personalized Search Based on a User-Centered Recommender Engine	Zhuhadar, L.; Nasraoui, O.;	2010	International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), v.1, pp.200-203.	IEEE	OK	E3:CI1

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
73	Playing with refactoring: Identifying extract class opportunities through game theory	Bavota, G.; Oliveto, R.; De Lucia, A.; Antoniol, G.; Gueheneuc, Y.;	2010	IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM), pp.1-5.	IEEE	OK	E3:CI1
74	Predicting the fix time of bugs	Giger, E.; Pinzger, M.; Gall, H.;	2010	2nd International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering (RSSE), pp.52-56.	Scopus	OK	E3:CI1
75	Recommendations in Twitter using conceptual fuzzy sets	Sakaguchi, T.; Akaho, Y.; Takagi, T.; Shintani, T.;	2010	Annual Meeting of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS), pp.1-6.	IEEE	OK	OK
76	Recommended or Not Recommended? Review Classification through Opinion Extraction	Feng, S.; Zhang, M.; Zhang, Y.; Deng, Z.;	2010	12th International Asia-Pacific Web Conference (APWEB), pp.350-352.	IEEE	OK	E3:CI1
77	Recommending biomedical resources: A fuzzy linguistic approach based on semantic web	Morales-Del-Castillo, J.M.; Peis, E.; Ruiz, A.A.; Herrera-Viedma, E.;	2010	International Journal of Intelligent Systems, v.25, n.12, pp.1143-1157.	Scopus	OK	OK
78	Recommending Social Events from Mobile Phone Location Data	Quercia, D.; Lathia, N.; Calabrese, F.; Di Lorenzo, G.; Crowcroft, J.;	2010	10th International Conference on Data Mining (ICDM), pp.971-976.	IEEE	E2:CI1	-
79	Research on personalized sports e-commerce recommendation system by using adaptive ant colony algorithm	Luo, Q.;	2010	Journal of Computational Information Systems, v.6, n.12, pp.3959-3966.	Scopus	E2:CI1	-
80	RSS item ranking based on implicit feedback	Liu, S.; Jiang, X.; Xia, C.;	2010	7th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), v.6, pp.2507-2512.	IEEE	OK	E3:CI1

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1° Filtro</b>	<b>2° Filtro</b>
81	Semantically Enriched Recommender Engine: A Novel Collaborative Filtering Approach Using "User-to-User Fast XOR Bit Operation"	Zhuhadar, L.; Nasraoui, O.; Wyatt, R.;	2010	4th International Conference on Semantic Computing (ICSC), pp.349-352.	IEEE	OK	E3:CI1
82	Simple time-biased KNN-based recommendations	Campos, P.G.; Bellogin, A.; Diez, F.; Chavarriaga, J.E.;	2010	Workshop on Context-Aware Movie Recommendation, pp.20-23.	Scopus	E2:CI1	-
83	Some challenges for context-aware recommender systems	Yujie, Z.; Licai, W.;	2010	5th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE), pp.362-365.	IEEE	E2:CI1	-
84	Subsequence kernel-based Chinese recommender system	Pang, S.; Li, R.; Yuan, Z.; Zhang, Q.;	2010	6th International Conference on Natural Computation (ICNC), v.7, pp.3652-3655.	IEEE	OK	E3:CI1
85	Tag-based smoothing for item recommendation	Peng, J.; Zeng, D.;	2010	IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics (SOLI), pp.452-456.	IEEE	E2:CI1	-
86	The study of personalized recommendation technology based content and project collaborative filtering combines	Qingshui, L.; Meiyu, Z.;	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), v.5, pp.506-510.	IEEE	E2:CI1	-
87	Topic based automatic news recommendation using topic model and affinity propagation	Wu, Y.; Ding, Y.; Wang, X.; Xu, J.;	2010	International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), v.3, pp.1299-1304.	IEEE	E2:CI1	-
88	Towards a task-based search and recommender systems	Tolomei, G.; Orlando, S.; Silvestri, F.;	2010	26th International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW), pp.333-336.	IEEE	OK	E3:CI2

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
89	Towards Inferring Ratings from User Behavior in BitTorrent Communities	Ormándi, R.; Hegedus, I.; Csernai, K.; Jelasity, M.;	2010	19th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE), pp.217-222.	IEEE	E2:CI1	-
90	Towards TV recommender system: experiments with user modeling	Bjelica, M.;	2010	IEEE Transactions on Consumer Electronics, v.56, n.3, pp.1763-1769.	IEEE	E2:CI1	-
91	Usage of tagging for research paper recommendation	Choochaiwattana, W.;	2010	3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), v.2, pp.439-442.	IEEE	E2:CI1	-
92	Using linked data to build open, collaborative recommender systems	Heitmann, B.; Hayes, C.;	2010	AAAI Spring Symposium - Technical Report, SS-10-07, pp.76-81.	Scopus	OK	E3:CI1
93	Using Online Media Sharing Behavior as Implicit Feedback for Collaborative Filtering	Go, G.; Yang, J.; Park, H.; Han, S.;	2010	2nd International Conference on Social Computing (SocialCom), pp.439-445.	IEEE	E2:CI1	-
94	Using Ontology and Sequence Information for Extracting Behavior Patterns from Web Navigation Logs	Yilmaz, H.; Senkul, P.;	2010	IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.549-556.	IEEE	E2:CI1	-
95	Web page recommendation based on Markov Logic Network	Ping, W.;	2010	3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT), v.7, pp.254-257.	IEEE	E2:CI1	-
96	Wiki-rec: A semantic-based recommendation system using Wikipedia as an ontology	Elgohary, A.; Nomir, H.; Sabek, I.; Samir, M.; Badawy, M.; Yousri, N.A.;	2010	10th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), pp.1465-1470.	IEEE	OK	E3:CI1
97	A contextual recommending approach to folksonomies	Xiao, R.; Zheng, X.; Zhang, Z.; Xiong, J.; Ding, X.;	2009	Journal of Information and Computational Science, v.6, n.3, pp.1311-1318.	Scopus	OK	Texto indisponível

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
98	A Fuzzy Linguistic Recommender System to Disseminate the Own Academic Resources in Universities	Porcel, C.; Herrera-Viedma, E.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.3, pp.179-182.	IEEE	OK	OK
99	A fuzzy-based method for improving recall values in recommender systems	Kiewra, M.; Nguyen, N.T.;	2009	Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, v.20, n.1-2, pp.89-104.	Scopus	E2:CI1	-
100	A P2P Collaborative Bibliography Recommender System	Kanawati, R.; Karoui, H.;	2009	4th International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW), pp.90-96.	IEEE	OK	OK
101	A Personalized Paper Recommendation Approach Based on Web Paper Mining and Reviewer's Interest Modeling	Sun, Y.; Ni, W.; Men, R.;	2009	International Conference on Research Challenges in Computer Science (ICRCCS), pp.49-52.	IEEE	OK	OK
102	A personalized recommendation model based on the user-state awareness	Ji, T.; Tuo-Yu, P.; Zhen-Min, Z.; Kai, L.;	2009	1st IEEE Symposium on Web Society (SWS), pp.10-13.	IEEE	OK	E3:CI1
103	A spatial user similarity measure for geographic recommender systems	Matyas, C.; Schlieder, C.;	2009	Lecture Notes in Computer Science, v. 5892, pp.122-139.	Scopus	E2:CI1	-
104	A survey of accuracy evaluation metrics of recommendation tasks	Gunawardana, A.; Shani, G.;	2009	Journal of Machine Learning Research, v.10, pp.2935-2962.	Scopus	E2:CI1	-
105	A Time-context-Based Collaborative Filtering Algorithm	He L.; Wu F.;	2009	International Conference on Granular Computing (GRC), pp.209-213.	Scopus e IEEE	E2:CI1	-
106	A Trust-Based Detecting Mechanism against Profile Injection Attacks in Recommender Systems	Zhang, Q.; Luo, Y.; Weng, C.; Li, M.;	2009	3th IEEE International Conference on Secure Software Integration and Reliability Improvement (SSIRI), pp.59-64.	IEEE	E2:CI1	-
107	A Visual Interface for Social Information Filtering	O'Donovan, J.; Gretarsson, B.; Bostandjiev, S.; Hollerer, T.; Smyth, B.;	2009	International Conference on Computational Science and Engineering, v.4, pp.74-81.	IEEE	OK	E3:CI2

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
108	A Web-Based Service for the Elicitation of Resources in the Biomedical Domain	Morales-del-Castillo, J. M.; Porcel, C.; Herrera-Viedma, E.; Peis, E.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.3, pp.433-436.	IEEE	OK	OK
109	An Improved Collaborative Recommender System	Devi, M.K.K.; Venkatesh, P.;	2009	1st International Conference on Networks and Communications (NETCOM), pp.386-391.	IEEE	OK	E3:CI1
110	An opinion-based decision model for recommender systems	Kim, S.W.; Chung, C.-W.; Kim, D.;	2009	Online Information Review, v.33, n.3, pp.584-602.	Scopus	OK	Texto indisponível
111	Automatic Tag Recommendation for Weblogs	Liu, Y.; Liu, M.; Chen, X.; Xiang, L.; Yang, Q.;	2009	International Conference on Information Technology and Computer Science (ITCS), v.1, pp.546-549.	IEEE	E2:CI1	-
112	Challenges in the user interface design of an IDE tool recommender	Viriyakattiyaporn, P.; Murphy, G.C.;	2009	ICSE Workshop on Cooperative and Human Aspects on Software Engineering, pp.104-107.	IEEE	OK	E3:CI2
113	Collaborative Feature-Combination Recommender Exploiting Explicit and Implicit User Feedback	Zanker, M.; Jessenitschnig, M.;	2009	IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing, pp.49-56.	IEEE	E2:CI1	-
114	Comparison of Different Recommendation Methods for an e-Commerce Application	Sobecki, J.; Piwowar, K.;	2009	1st Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS), pp.127-131.	IEEE	E2:CI1	-
115	Content-Based Filtering with Tags: The FIRSt System	Lops, P.; de Gemmis, M.; Semeraro, G.; Gissi, P.; Musto, C.; Narducci, F.;	2009	9th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.255-260.	IEEE	OK	E3:CI1
116	DebugAdvisor: A recommender system for debugging	Ashok, B.; Joy, J.; Liang, H.; Rajamani, S.K.; Srinivasa, G.; Vangala, V.;	2009	12th European Software Engineering Conference and 17th ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering, pp.373-382.	Scopus	OK	E3:CI3

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
117	Design and Development of the Travel Recommendation System	Mu, Z.; Xiaohong, Z.; Junyong, L.; Xiaoxuan, Z.;	2009	International Conference on Management and Service Science, pp.1-6.	IEEE	OK	E3:CI2
118	D-Fussion: A semantic selective dissemination of information service for the research community in digital libraries	Morales-del-Castillo, J.M.; Peis, E.; Moreno, J.M.; Herrera-Viedma, E.;	2009	Information Research, v.14, n.2, paper 398.	Scopus	E2:CI1	-
119	Do Metrics Make Recommender Algorithms?	Campochiaro, E.; Casatta, R.; Cremonesi, P.; Turrin, R.;	2009	International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, pp.648-653.	IEEE	E2:CI1	-
120	Estimating likelihoods for topic models	Buntine, W.;	2009	Lecture Notes in Computer Science, v.5828, pp.51-64.	Scopus	E2:CI1	-
121	Expertise Modeling and Recommendation in Online Question and Answer Forums	Budalakoti, S.; DeAngelis, D.; Barber, K.S.;	2009	International Conference on Computational Science and Engineering, v.4, pp.481-488.	IEEE	OK	E3:CI2
122	From "Dango" to "Japanese Cakes": Query Reformulation Models and Patterns	Boldi, P.; Bonchi, F.; Castillo, C.; Vigna, S.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.1, pp.183-190.	IEEE	E2:CI1	-
123	From Social Networks to Behavioral Networks in Recommender Systems	Esslimani, I.; Brun, A.; Boyer, A.;	2009	International Conference on Advances in Social Network Analysis and Mining, pp.143-148.	IEEE	E2:CI1	-
124	Including Context in a Transactional Recommender System Using a Pre-filtering Approach: Two Real E-commerce Applications	Gorgoglione, M.; Panniello, U.;	2009	International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, pp.667-672.	IEEE	E2:CI1	-
125	iTag: A personalized blog tagger	Hart, M.; Johnson, R.; Stent, A.;	2009	3rd ACM Conference on Recommender Systems, pp.297-300.	Scopus	OK	OK
126	Large scale tag recommendation using different image representations	Abbasi, R.; Grzegorzec, M.; Staab, S.;	2009	Lecture Notes in Computer Science, v.5887, pp.65-76.	Scopus	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
127	Learning to Recommend Product with the Content of Web Page	Li, H.; Li, C.-H.; Zhang, S.;	2009	6th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, v.7, pp.561-565.	IEEE	E2:CI1	-
128	Modeling of Personalized Recommendation System Based on Ontology	Mu, X.; Chen, Y.; Li, N.; Jiang, J.;	2009	International Conference on Management and Service Science, pp.1-3.	IEEE	OK	E3:CI3
129	Multi criteria pseudo rating and multidimensional user profile for movie recommender system	Rattanjitbanjong, N.; Maneeroj, S.;	2009	2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, pp.596-601.	IEEE	OK	E3:CI1
130	Multi-model Ontology-Based Hybrid Recommender System in E-learning Domain	Zhuhadar, L.; Nasraoui, O.; Wyatt, R.; Romero, E.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.3, pp.91-95.	IEEE	OK	E3:CI3
131	NetPersonal: A Recommender System to Personalize the Environment of Web User	Thakur, B.K.; Abbas, S.Q.; Trivedi, A.K.;	2009	IEEE International Advance Computing Conference, pp.702-705.	IEEE	OK	E3:CI1
132	Novel Item Recommendation by User Profile Partitioning	Zhang, M.; Hurley, N.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.1, pp.508-515.	IEEE	E2:CI1	-
133	On the evaluation of recommender systems with recorded interactions	Robbes, R.;	2009	ICSE Workshop on Search-Driven Development-Users, Infrastructure, Tools and Evaluation (SUITE), pp.45-48.	IEEE	OK	E3:CI1
134	Personalized Recommendation over a Customer Network for Ubiquitous Shopping	Kim, H.K.; Kim, J.K.; Ryu, Y.U.;	2009	IEEE Transactions on Services Computing, v.2, n.2, pp.140-151.	Scopus e IEEE	E2:CI1	-
135	Personalized Recommender Systems Integrating Social Tags and Item Taxonomy	Liang, H.; Xu, Y.; Li, Y.; Nayak, R.; Weng, L.-T.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.1, pp.540-547.	IEEE	E2:CI1	-

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
136	Recommendation of Online Tasks Based on Witkey Mode Website	Songhe, J.; Baowei, S.; Lei, H.;	2009	International Forum on Information Technology and Applications, v.3, pp.268-270.	IEEE	OK	E3:CI3
137	Recommender systems: Improving collaborative filtering results	Bobadilla, J.; Serradilla, F.; Gutierrez, A.;	2009	7th International Conference on ICT and Knowledge Engineering, pp.100-106.	IEEE	E2:CI1	-
138	Representation, similarity measures and aggregation methods using fuzzy sets for content-based recommender systems	Zenebe, A.; Norcio, A.F.;	2009	Fuzzy Sets and Systems, v.160, n.1, pp.76-94.	Scopus	E2:CI1	-
139	Social and Behavioral Aspects of a Tag-Based Recommender System	Durao, F.; Dolog, P.;	2009	9th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.294-299.	IEEE	OK	E3:CI2
140	Song Clustering Using Peer-to-Peer Co-occurrences	Shavitt, Y.; Weinsberg, U.;	2009	11th IEEE International Symposium on Multimedia, pp.471-476.	IEEE	E2:CI1	-
141	Specialized Review Selection for Feature Rating Estimation	Long, C.; Zhang, J.; Huang, M.; Zhu, X.; Li, M.; Ma, B.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.1, pp.214-221.	IEEE	E2:CI1	-
142	SpIteR: A Module for Recommending Dynamic Personalized Museum Tours	Basile, P.; Gemmis, M.; Iaquina, L.; Lops, P.; Musto, C.; Narducci, F.; Semeraro, G.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.1, pp.584-587.	IEEE	OK	E3:CI1
143	Statistical Modeling of Diversity in Top-N Recommender Systems	Zhang, M.; Hurley, N.;	2009	International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies (WI-IAT), v.1, pp.490-497.	IEEE	OK	E3:CI1
144	Syncretizing Context Information into the Collaborative Filtering Recommendation	Xiao, R.; Hong, F.; Xiong, J.; Zheng, X.; Zhang, Z.;	2009	1st International Workshop on Database Technology and Applications, pp.33-36.	IEEE	OK	E3:CI1

<b>Id</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Dados da Publicação</b>	<b>Fontes</b>	<b>1º Filtro</b>	<b>2º Filtro</b>
145	Towards an Introduction to Collaborative Filtering	Jia, Z.; Tiejian, L.;	2009	International Conference on Computational Science and Engineering, v.4, pp.576-581.	IEEE	E2:CI1	-
146	Unobtrusive dynamic modelling of TV programme preferences in a finnish household	Vildjiounaite, E.; Kyllonen, V.; Hannula, T.; Alahuhta, P.;	2009	Multimedia Systems, v.15, n.3, pp.143-157.	Scopus	OK	E3:CI1
147	Using Incomplete Fuzzy Linguistic Preference Relations to Characterize User Profiles in Recommender Systems	Herrera-Viedma, E.; Porcel, C.;	2009	9th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.90-95.	IEEE	OK	E3:CI1
148	Web Query Recommendation via Sequential Query Prediction	He, Q.; Jiang, D.; Liao, Z.; Hoi, S.; Chang, K.; Lim, E.-P.; Li, H.;	2009	25th International Conference on Data Engineering, pp.1443-1454.	IEEE	E2:CI1	-
149	What's on TV tonight? An efficient and effective personalized recommender system of TV programs	Martinez, A.; Arias, J.; Vilas, A.; Duque, J.G.; Nores, M.L.;	2009	IEEE Transactions on Consumer Electronics, v.55, n.1, pp.286-294.	IEEE	OK	E3:CI2

### **I.3.5 Avaliação do Resultado da Pesquisa**

O principal resultado da realização desse estudo baseado em revisão sistemática foi a lista de avaliações realizadas e os valores obtidos em cada avaliação para as medidas Precisão, Cobertura e F1, apresentada na Tabela I.6. Para cada sistema avaliado também foi identificado o objetivo da recomendação. Além disso, algumas características do sistema foram listadas de modo a identificar as abordagens e técnicas implementadas no sistema de recomendação. Essas informações são importantes para caracterizar cada sistema de recomendação avaliado e descrever o contexto no qual as medidas foram coletadas.

A partir das avaliações identificadas pode-se observar que, visando obter um desempenho melhor, muitos sistemas de recomendação adotam a abordagem híbrida e combinam diversas técnicas para modelagem dos itens a serem recomendados e do domínio relacionado à recomendação. Alguns sistemas também utilizam vários algoritmos e técnicas para medir a similaridade entre os itens.

Para os sistemas analisados, nota-se que há uma variação grande entre os valores das medidas Precisão, Cobertura e F1. A Precisão mínima identificada foi 5,03% e a máxima foi 94,7%. A Precisão média considerando todas as avaliações identificadas foi 60,16%. Com relação à Cobertura, o valor mínimo identificado foi 25% e o máximo foi 88,3%. Na média, a Cobertura foi 61,12%. Para a medida F1, o valor mínimo foi 9,29% e o máximo foi 81,7%. A média da medida F1 foi 57,91%.

**Tabela I.6 – Lista de avaliações e valores obtidos para as medidas Precisão, Cobertura e F1 identificados no segundo estudo.**

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
1	<i>A hybrid recommender system for finding relevant users in open source forums</i>	Recomendar usuários de um fórum capazes de responder mensagens ainda não respondidas.	Híbrida	<i>Vector space model, term frequency – inverse document frequency, cosine measure, k-nearest neighbor</i>	As medidas foram calculadas considerando sete cenários. Os valores aqui apresentados são a média desses cenários.	20,79	34,97	26,08	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo.
						5,03	60,71	9,29	Somente a abordagem Colaborativa.
2	<i>A system to recommend dishes by the real time recognition of dining activity</i>	Recomendar pratos adicionais para um usuário em um restaurante, baseado em seu comportamento durante o jantar.	Baseada em Conteúdo	Método específico baseado em estimativas de duração do jantar.	-	82,00	69,00	74,94	Medição considerando o primeiro protótipo implementado.
3	<i>Customizing knowledge-based recommender system by tracking analysis of user behavior</i>	Recomendar filmes com base nas preferências do usuário.	Baseada em Conteúdo	<i>Formal concept analysis model.</i>	-	66,30	51,60	58,03	-
4	<i>FOAF-based distributed desktop system for programs recommendation</i>	Recomendar programas de televisão recentes.	Híbrida	<i>Hidden markov model.</i>	-	54,00	56,00	54,98	-

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
5	<i>MyMuseum: Integrating personalized recommendation and multimedia for enriched human-system interaction</i>	Recomendar um roteiro para visitação de um museu, sugerindo as obras de arte a serem vistas e a seqüencia de visitação.	H�ibrida	<i>Naive bayes classifiers, k-nearest neighbors, árvores de decisão e redes neurais.</i>	O sistema foi avaliado considerando quatro abordagens:  (i) Baseada em Conteúdo; (ii) Baseada em Conteúdo com Contexto; (iii) Colaborativa; e (iv) Colaborativa com Contexto.  As abordagens com contexto consideraram informa�es adicionais sobre o usuário e a localiza�o da obra de arte.	68,30	68,10	68,20	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .
						39,90	40,00	39,95	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com árvores de decisão.
						67,80	67,90	67,85	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com Contexto com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .
						39,50	39,60	39,55	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo com Contexto com árvores de decisão.
						52,10	55,60	53,79	Somente a abordagem Colaborativa com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .
						60,80	63,40	62,07	Somente a abordagem Colaborativa com técnica <i>k-nearest neighbors</i> .
						50,90	37,90	43,45	Somente a abordagem Colaborativa com Contexto com técnica <i>Naive bayes classifiers</i> .
						94,70	43,30	59,43	Somente a abordagem Colaborativa com Contexto com redes neurais.

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
6	<i>Ontology-based news recommendation</i>	Recomendar notícias de interesse do usuário.	Baseada em Conteúdo	Ontologias e algoritmos baseados em semântica.	A definição de relevância de um item considerou um valor mínimo de similaridade. Porém, esse valor não está especificado.	93,00	62,00	74,40	-
7	<i>Personalized DTV program recommendation system under a cloud computing environment</i>	Recomendar programas e canais digitais de televisão.	Híbrida	<i>Cloud computing.</i>	-	40,00	85,00	54,40	-
8	<i>Recommendations in Twitter using conceptual fuzzy sets</i>	No Twitter, recomendar pessoas nas quais o usuário está interessado ( <i>Interest</i> ) e pessoas que o usuário deseja seguir ( <i>Follow</i> ).	Híbrida	<i>Conceptual fuzzy sets, term frequency - inverse document frequency, cosine measure.</i>	O sistema considera duas formas de busca:	58,30	88,30	70,23	Somente a recomendação de <i>Interest</i> usando a busca do Twitter.
					(i) funcionalidade de busca do Twitter; e	70,00	82,50	75,74	Somente a recomendação de <i>Follow</i> usando a busca do Twitter.
					(ii) busca pelos relacionamentos (procura os usuários seguidos por alguém que o usuário original está seguindo).	62,90	61,80	62,35	Somente a recomendação de <i>Interest</i> usando a busca pelos relacionamentos.
						77,70	86,30	81,77	Somente a recomendação de <i>Follow</i> usando a busca pelos relacionamentos.
9	<i>Recommending biomedical resources: A fuzzy linguistic approach based on semantic web</i>	Recomendar publicações recentes e mais interessantes considerando o domínio da Biomedicina.	Híbrida	<i>Semantic Web technologies, fuzzy linguistic modeling techniques</i>	-	49,00	71,01	57,99	Somente a abordagem Baseada em Conteúdo.

<b>Id</b>	<b>Título da Publicação</b>	<b>Objetivo do Sistema de Recomendação</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Outras Técnicas Aplicadas</b>	<b>Detalhes da Avaliação</b>	<b>Precisão (%)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>Contexto da Medição</b>
10	<i>A Fuzzy Linguistic Recommender System to Disseminate the Own Academic Resources in Universities</i>	Recomendar publicações interessantes.	Híbrida	<i>Fuzzy linguistic modeling, vector space model, gaussian function.</i>	-	62,35	69,25	65,62	-
11	<i>A P2P Collaborative Bibliography Recommender System</i>	Recomendar publicações interessantes.	Híbrida	Raciocínio baseado em casos com medida específica de similaridade por palavra chave.	-	75,00	25,00	37,50	-
12	<i>A Personalized Paper Recommendation Approach Based on Web Paper Mining and Reviewer's Interest Modeling</i>	Recomendar artigos aos revisores mais adequados.	Baseada em Conteúdo	<i>Cosine measure.</i>	Na avaliação foram considerados 4 artigos. Os valores aqui apresentados são a média considerando os 4 artigos.	67,67	79,66	73,18	Medição considerando similaridade mínima de 60%.
						81,88	73,13	77,26	Medição considerando similaridade mínima de 80%.
13	<i>iTag: A personalized blog tagger</i>	Recomendar rótulos para blogs.	Baseada em Conteúdo	Árvores de decisão, técnicas de aprendizado de máquina e <i>term frequency - inverse document.</i>	-	64,00	56,00	59,73	-
14	<i>A Web-Based Service for the Elicitation of Resources in the Biomedical Domain</i>	<i>Mesmo sistema e mesma avaliação da publicação 9.</i>							
<b>Média:</b>						60,16	61,12	57,91	
<b>Desvio Padrão:</b>						20,66	17,25	17,34	

## **APÊNDICE II – Questionário Utilizado no *Survey* para Identificar Características Relevantes para a Análise de Similaridade entre Cenários de Desvio em Projetos de Software**

Caro(a) Sr(a),

Este formulário tem o objetivo de coletar suas opiniões a respeito de quais são as informações mais relevantes para se caracterizar a similaridade entre cenários de ocorrência de desvios ao longo da execução de um projeto de software. Essa informação será utilizada de maneira anônima em uma pesquisa acadêmica. Ao retornar este formulário preenchido, você implicitamente concorda com sua utilização. Espera-se que o preenchimento possa ser feito em 10 a 15 minutos.

Muito obrigada por colaborar conosco!

---

Andrea Soares Barreto e Ana Regina Rocha

### Parte I - Identificação do Participante

<b>Nome:</b>	
<b>Atualmente trabalhando na:</b>	<input type="checkbox"/> Academia      Instituição de Ensino: _____ <input type="checkbox"/> Empresa Pública      Empresa: _____ <input type="checkbox"/> Empresa Privada      Empresa: _____
<b>Grau de Instrução:</b>	<input type="checkbox"/> Doutorado <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Graduação
<b>Especialização em Gerência de Projetos de Software:</b>	<input type="checkbox"/> Certificação PMP <input type="checkbox"/> Outras: _____
<b>Número de projetos de software que já gerenciou:</b>	<input type="checkbox"/> Nenhum <input type="checkbox"/> Até 2 <input type="checkbox"/> Entre 3 e 5 <input type="checkbox"/> Mais de 5      Quantos? _____
<b>Experiência profissional em <u>Gerência de Projetos de Software</u>:</b>	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Até 2 anos <input type="checkbox"/> Mais de 2 e menos de 5 anos <input type="checkbox"/> Mais de 5 anos    Quantos? _____
<b>Experiência profissional em <u>Engenharia de Software</u>:</b>	<input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Até 2 anos <input type="checkbox"/> Mais de 2 e menos de 5 anos <input type="checkbox"/> Mais de 5 anos    Quantos? _____

## Parte II – Leia o texto abaixo e preencha a tabela

Considere a seguinte situação:

Você trabalha em uma empresa desenvolvedora de software que possui objetivos estratégicos e objetivos táticos formalmente definidos. Ao iniciar um projeto, os objetivos do projeto são definidos, com base nos objetivos táticos da empresa.

Para cada objetivo, um atributo que identifique o principal tema do objetivo deve ser definido. Esse atributo é denominado categoria do objetivo. Exemplos de categoria são: faturamento, custo, prazo, risco, satisfação dos clientes, qualidade dos processos, qualidade dos produtos, inovação, qualificação da equipe, satisfação da equipe entre outros. Como exemplo, a categoria do objetivo “Diminuir os custos em 20%” seria “Custo”.

Cada objetivo (de qualquer nível: estratégico, tático ou do projeto) é monitorado a partir de indicadores e, para a análise de cada indicador, são definidas três faixas de valores:

- (i) Valores aceitáveis, considerados dentro da meta e sem risco de desvio próximo.
- (ii) Valores considerados dentro da meta, porém, sinalizando um risco de desvio próximo, o que caracteriza um tipo de desvio potencial.
- (iii) Valores considerados fora da meta, o que caracteriza um tipo de desvio real (qualquer valor fora das faixas definidas acima).

Assuma que você está gerenciando um projeto de software e precisa acompanhar os indicadores associados a cada objetivo do projeto. Quando ocorre um desvio (potencial ou real), você precisa executar ações para tratar esse desvio.

Suponha que você tentará identificar desvios ocorridos anteriormente em cenários similares ao cenário de ocorrência do desvio atual para ver quais ações foram executadas. Neste contexto, indique abaixo a frequência de consulta das informações listadas, para caracterizar a similaridade entre os cenários de ocorrência dos desvios.

<b>Você procuraria cenários com:</b>					
O mesmo <u>Cliente</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
A mesma <u>Categoria do Objetivo</u> (prazo, satisfação dos clientes, qualidade dos processos, qualidade dos produtos, satisfação da equipe, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Indicador</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Tipo de Desvio</u> (potencial / real)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Nível</u> (estratégico / tático / projetos)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
Aproximadamente, o mesmo <u>Tamanho do Projeto</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
Aproximadamente, o mesmo <u>Tamanho da Equipe</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
Aproximadamente, a mesma <u>Duração do Projeto</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Restrição de Cronograma</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Restrição de Recursos Humanos</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Restrição de Recursos Financeiros</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Tipo de Software</u> (sistema de informação, software embutido, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Domínio da Aplicação</u> (petróleo, energia, educacional, RH, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
A mesma <u>Natureza do Projeto</u> (novo desenvolvimento, manutenção, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Paradigma</u> (OO, estruturado, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Modelo de Ciclo de Vida</u> (cascata, incremental, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Estabilidade dos Requisitos</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Complexidade do Software</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Inovação Tecnológica</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca

<b>Você procuraria cenários com:</b>					
A mesma <u>Tecnologia</u> utilizada (linguagem, banco de dados, etc.)	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Experiência da Equipe</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
O mesmo <u>Grau de Experiência da Gerência</u>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
<i>&lt;Inclua aqui outra informação que você considere importante&gt;</i>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
<i>&lt;Inclua aqui outra informação que você considere importante&gt;</i>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca
<i>&lt;Inclua aqui outra informação que você considere importante&gt;</i>	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Quase Sempre	<input type="checkbox"/> Algumas Vezes	<input type="checkbox"/> Quase Nunca	<input type="checkbox"/> Nunca

<b>Comentários:</b>
<i>&lt;Caso deseje, escreva aqui comentários adicionais sobre a pesquisa&gt;</i>

# APÊNDICE III – Questionário Utilizado na Avaliação Experimental da Estratégia para Recomendação de Ações Corretivas

## III.1 Caracterização do Participante

A Figura III.1 e a Figura III.2 apresentam as telas do questionário on-line que compõem a caracterização do participante.

### Pesquisa sobre Ações Corretivas para tratar Desvios em Projetos de Software

Caro(a) Sr(a),

Esta pesquisa tem o objetivo de coletar sua opinião a respeito de ações adequadas para tratar um desvio detectado durante a monitoração de um projeto de software. Essa informação será utilizada de maneira anônima em uma pesquisa acadêmica. Ao responder essa pesquisa, você implicitamente concorda com a utilização de suas respostas.

**Ao final, você deverá indicar o tempo gasto para responder essa pesquisa (em minutos). Gostaríamos que você fosse bastante preciso ao medir o tempo gasto.**

*\*Obrigatório*

#### Caracterização do Participante

Esta caracterização tem o objetivo de compreender seu grau de familiaridade com a gerência de projetos de software.

**Nome \***  
Informe aqui o seu nome.

**Atualmente você está trabalhando: \***  
Informe aqui onde você está trabalhando atualmente. Você pode escolher uma ou mais opções.

Empresa Pública  
 Empresa Privada  
 Academia

**Nome das empresas e instituições de ensino nas quais você está trabalhando: \***  
Informe aqui o nome das empresas e instituições de ensino nas quais você está trabalhando atualmente.

Figura III.1 – Primeira tela do questionário on-line para caracterização do participante

**Formação: \***  
Informe aqui o seu nível de formação.

**Especialização em Gerência de Projetos: \***  
Informe aqui a sua especialização em Gerência de Projetos.  
 Nenhuma  
 Certificação PMP  
 Outro:

**Experiência profissional em Engenharia de Software: \***  
Informe aqui a sua experiência profissional em Engenharia de Software (em anos).

**Experiência profissional em Gerência de Projetos de Software: \***  
Informe aqui a sua experiência profissional em Gerência de Projetos de Software (em anos).

**Número de Projetos de Software que você já gerenciou: \***  
Informe aqui o número de projetos de software que você já gerenciou.

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

Figura III.2 – Segunda tela do questionário on-line para caracterização do participante

## III.2 Caracterização do Projeto A

A Figura III.3 apresenta a tela do questionário on-line que permite a caracterização do primeiro projeto com desvios, o projeto A.

## Pesquisa sobre Ações Corretivas para tratar Desvios em Projetos de Software

\*Obrigatório

### Desvios do Projeto A

Suponhamos que durante a monitoração do Projeto A, dois desvios foram detectados.

Responda as perguntas a seguir, considerando:

- (i) O objetivo e as características específicas do Projeto A (descritos abaixo);
- (ii) As características específicas dos desvios (descritas abaixo); e
- (iii) Seu conhecimento e sua experiência relacionados à gerência de projetos de software.

### Objetivo do Projeto A

Entregar os projetos dentro do PRAZO negociado com os clientes.

\* Indicador para monitoração do objetivo: Índice de Desempenho de Prazo (SPI)

\* Procedimento de análise definido para o indicador:

- (i) Valor ideal: 1
- (ii) Valores dentro da meta: entre 0,9 e 1,1
- (iii) Valores indicando risco (desvio potencial): entre 0,8 e 0,89 ou entre 1,11 e 1,2
- (iv) Valores fora da meta (desvio real): abaixo de 0,8 ou acima de 1,2

### Características Específicas do Projeto A

Tamanho do Projeto:	Médio
Tamanho da Equipe:	Médio
Duração do Projeto:	Grande
Grau de Experiência da Gerência:	Médio
Grau de Experiência da Equipe:	Alto
Grau de Estabilidade dos Requisitos:	Alto
Grau de Complexidade do Software:	Baixo
Grau de Inovação Tecnológica:	Baixo
Ciclo de Vida:	Cascata
Natureza:	Novo desenvolvimento
TipoSoftware:	Software para Web
Tecnologias Utilizadas:	ASP.Net e Oracle

Figura III.3 – Tela do questionário on-line para caracterização do projeto A

### III.3 Caracterização dos Desvios do Projeto A

A Figura III.4 e a Figura III.5 apresentam as telas do questionário on-line que permitem a caracterização dos dois desvios, relacionados a prazo, a serem analisados no primeiro projeto - Projeto A, e o registro das ações corretivas para tratar cada desvio.

**Características Específicas do Desvio 1**

Indicador: SPI  
 Valor: 0,88 (projeto atrasado)  
 Tipo de Desvio: Potencial

**Selecione as ações que, na sua opinião, seriam adequadas para tratar o Desvio 1: \***  
 Marque as ações que você julgaria adequadas para tratar o Desvio 1, considerando o objetivo e as características específicas do projeto A e do Desvio 1. Você pode escolher uma ou mais ações.

- Renegociar o prazo do projeto
- Alocar um novo recurso no projeto
- Colocar a equipe para trabalhar em horas extras
- Incentivar a equipe a aumentar a produtividade
- Negociar uma redução de escopo do projeto
- Contratar uma empresa para terceirizar a etapa de construção
- Renegociar o custo do projeto
- Cancelar o projeto
- Nenhuma (assumir os riscos)

**Figura III.4 – Tela do questionário on-line para caracterização primeiro desvio do projeto A**

**Características Específicas do Desvio 2**

Indicador: SPI  
 Valor: 0,73 (projeto atrasado)  
 Tipo de Desvio: Real

**Selecione as ações que, na sua opinião, seriam adequadas para tratar o Desvio 2: \***  
 Marque as ações que você julgaria adequadas para tratar o Desvio 2, considerando o objetivo e as características específicas do projeto A e do Desvio 2. Você pode escolher uma ou mais ações.

- Renegociar o prazo do projeto
- Alocar um novo recurso no projeto
- Colocar a equipe para trabalhar em horas extras
- Incentivar a equipe a aumentar a produtividade
- Negociar uma redução de escopo do projeto
- Contratar uma empresa para terceirizar a etapa de construção
- Renegociar o custo do projeto
- Cancelar o projeto
- Nenhuma (assumir os riscos)

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

**Figura III.5 – Tela do questionário on-line para caracterização segundo desvio do projeto A**

### III.4 Caracterização do Projeto B

A Figura III.6 apresenta a tela do questionário on-line que permite a caracterização do segundo projeto com desvios, o projeto B.

## Pesquisa sobre Ações Corretivas para tratar Desvios em Projetos de Software

**\*Obrigatório**

### Desvios do Projeto B

Suponhamos que durante a monitoração do Projeto B, dois desvios foram detectados.

Responda as perguntas a seguir, considerando:

- (i) O objetivo e as características específicas do Projeto B (descritos abaixo);
- (ii) As características específicas dos desvios (descritas abaixo); e
- (iii) Seu conhecimento e sua experiência relacionados à gerência de projetos de software.

### Objetivo do Projeto B

Entregar os projetos dentro do CUSTO negociado com os clientes.

\* Indicador para monitoração do objetivo: Índice de Desempenho de Custo (CPI)

\* Procedimento de análise definido para o indicador:

- (i) Valor ideal: 1
- (ii) Valores dentro da meta: entre 0,9 e 1,1
- (iii) Valores indicando risco (desvio potencial): entre 0,8 e 0,89 ou entre 1,11 e 1,2
- (iv) Valores fora da meta (desvio real): abaixo de 0,8 ou acima de 1,2

### Características Específicas do Projeto B

Tamanho do Projeto:	Pequeno
Tamanho da Equipe:	Médio
Duração do Projeto:	Média
Grau de Experiência da Gerência:	Alto
Grau de Experiência da Equipe:	Médio
Grau de Estabilidade dos Requisitos:	Alto
Grau de Complexidade do Software:	Médio
Grau de Inovação Tecnológica:	Baixo
Ciclo de Vida:	Cascata
Natureza:	Novo desenvolvimento
TipoSoftware:	Software para Web
Tecnologias Utilizadas:	C#NET, Java e Oracle

Figura III.6 – Tela do questionário on-line para caracterização do projeto B

### III.5 Caracterização dos Desvios do Projeto B

A Figura III.7 e a Figura III.8 apresentam as telas do questionário on-line que permitem a caracterização dos dois desvios, relacionados a custo, a serem analisados no segundo projeto - Projeto B, e o registro das ações corretivas para tratar cada desvio.

#### Características Específicas do Desvio 3

Indicador: CPI  
Valor: 0,86 (custo ultrapassado)  
Tipo de Desvio: Potencial

**Selecione as ações que, na sua opinião, seriam adequadas para tratar o Desvio 3: \***  
Marque as ações que você julgaria adequadas para tratar o Desvio 3, considerando o objetivo e as características específicas do projeto B e do Desvio 3. Você pode escolher uma ou mais ações.

- Renegociar o custo do projeto
- Incentivar a equipe a aumentar a produtividade
- Colocar a equipe para trabalhar em horas extras
- Alocar um novo recurso no projeto
- Negociar uma redução de escopo do projeto
- Contratar uma empresa para terceirizar a etapa de construção
- Renegociar o prazo do projeto
- Cancelar o projeto
- Nenhuma (assumir os riscos)

Figura III.7 – Tela do questionário on-line para caracterização primeiro desvio do projeto B

#### Características Específicas do Desvio 4

Indicador: CPI  
Valor: 0,77 (custo ultrapassado)  
Tipo de Desvio: Real

**Selecione as ações que, na sua opinião, seriam adequadas para tratar o Desvio 4: \***  
Marque as ações que você julgaria adequadas para tratar o Desvio 4, considerando o objetivo e as características específicas do projeto B e do Desvio 4. Você pode escolher uma ou mais ações.

- Renegociar o custo do projeto
- Incentivar a equipe a aumentar a produtividade
- Colocar a equipe para trabalhar em horas extras
- Alocar um novo recurso no projeto
- Negociar uma redução de escopo do projeto
- Contratar uma empresa para terceirizar a etapa de construção
- Renegociar o prazo do projeto
- Cancelar o projeto
- Nenhuma (assumir os riscos)

Figura III.8 – Tela do questionário on-line para caracterização segundo desvio do projeto B

### III.6 Registro do Tempo e de Comentários Adicionais

A Figura III.9 apresenta a tela do questionário on-line que permite o registro do tempo gasto e de comentários adicionais.

**Tempo gasto para responder a pesquisa (em minutos)**

Indique o tempo gasto, em minutos, para responder essa pesquisa. Gostaríamos que você fosse bastante preciso ao medir o tempo gasto.

**Tempo gasto (em minutos): \***

**Comentários:**  
Caso deseje, escreva aqui comentários, críticas e sugestões sobre a pesquisa.

Tecnologia [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

**Figura III.9 – Tela do questionário on-line para registro do tempo gasto e de comentários adicionais**