SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito: 20/02/2003

Assinatura: *Ana Paula Jampão Freire*

**Implantação do reúso de componentes no processo de
desenvolvimento de *software***

Talita Andréa Avante Rozante

Orientadora: Prof^a Dr^a Rosely Sanches

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC/USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências de Computação e Matemática Computacional.

USP - São Carlos

Fevereiro de 2003

A Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Rosely Sanches

Prof. Dr. José Carlos Maldonado

Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spinola

Este documento foi preparado com o formatador de textos $\text{\LaTeX}$. O sistema de citações de referências bibliográficas utilizado foi $\text{\BibTeX}$ padrão *chicago*.

Dedicatória

Aos meus pais e irmãos.

Agradecimentos

Aos meus pais, irmãos e familiares, que sempre me deram o apoio necessário para crescer tanto pessoalmente como profissionalmente.

À Rosely, que além de auxiliar seus alunos em suas pesquisas, oferece também apoio, dedicação, compreensão e carinho, sendo mais do que uma simples orientadora por dois anos, mas uma grande amiga para toda a vida.

Ao Marcos, por todo apoio, carinho e atenção, contribuindo tanto pessoal como profissionalmente para o alcance deste e de muitos outros objetivos.

Às meninas da república *Iceberg*, Ana Carolina, Tatiana e Thaís, que sempre propiciaram um ambiente agradável e descontraído, tanto nas horas de estudo como nas horas de lazer e descanso.

Às professoras Maria Carolina Monard e Solange de Oliveira Rezende e aos alunos Ronaldo Prati, Marcos Geromini e Gustavo Batista, que tanto contribuíram para a execução do estudo de caso e, conseqüentemente, para a concretização da proposta deste mestrado.

À Capes, pelo apoio financeiro.

Aos funcionários e professores do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, cujo trabalho permitiu a existência da infra-estrutura necessária para as pesquisas realizadas.

E, por fim, a Deus, que iluminou meu caminho e guiou meus passos para o alcance de mais este objetivo.

Resumo

Frente à grande demanda por *software* e à forte competitividade existente no mercado atual, o alcance de alguns objetivos, tais como aumento de qualidade e de produtividade, redução dos prazos de entrega e dos custos globais do desenvolvimento de *software*, tem sido apresentado como bastante importante para o sucesso de uma organização de desenvolvimento de sistemas. Neste cenário, o reúso sistemático de componentes de *software* tem exercido o papel de grande colaborador para o alcance desses objetivos.

Para a concretização de sua prática efetiva, porém, o reúso vêm enfrentando barreiras de diversas origens, como questões técnicas e organizacionais. Assim, é importante que a introdução do reúso aborde tais questões de maneira integrada e gradativa, respeitando o tempo natural da organização para a absorção de mudanças e cuidando para que seu impacto seja reduzido.

Desta maneira, o principal objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de uma estratégia que sistematizasse o processo de introdução do reúso em uma organização, considerando mudanças organizacionais, técnicas e processuais, assim como sua seqüência de execução, suas conseqüências e dificuldades. Para criar e validar esta estratégia, foi desenvolvido um estudo de caso no Laboratório de Inteligência Computacional do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo. Neste estudo de caso, foi também selecionado um conjunto mínimo de atividades e requisitos importantes para viabilização do reúso e desenvolvida a especificação de um ambiente, denominado RaCooMN (***Reusable Components Management Environment***), que automatiza muitas das atividades propostas na estratégia referentes ao armazenamento e gerenciamento dos componentes.

Abstract

It is very important for the success of a software development organization to achieve objectives such as the productivity and the quality raise, delivery time and software development global costs reduced. In this context, the systematic reuse of software components has assumed the role of an important collaborator in order to reach these objectives.

In order to become a concrete practice, however, the reuse faces several barriers regarding technical and organizational issues. Thus, it is important that, when introducing reuse in an organization, we consider these issues in an integrated and gradual manner, observing the time for the organization to absorb changes and also trying to reduce its impact.

The main objective of this project was to develop a strategy to systematize the introduction of the reuse in an organization, considering organizational, technical and processual changes, as well as their execution sequence, consequences and difficulties. In order to create and validate this strategy, we developed a case study at a computing laboratory in the ICMC. Additionally, it was selected a minimum set of activities and requirements to make reuse possible. Moreover, it was developed an environment specification, named RaCooMN (**R**eusable **C**omponents **M**anagement **E**Nvironment), aimed at automatize some strategy activities regarding component storage and management.

Sumário

Lista de Figuras	v
Lista de Tabelas	ix
1 Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivo	3
1.3 Organização do Trabalho	3
2 O Reúso de <i>Software</i>	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2 Definições	5
2.3 Reúso Versus Qualidade de <i>Software</i>	8
2.4 O Programa de Reúso em uma Organização	11
2.4.1 Planejamento do Reúso	11
2.4.2 Questões Organizacionais, Gerenciais e de Pessoal	12
2.4.3 Questões de Domínio, Processo e Técnicas	14
2.5 Atividades Específicas do Processo de Desenvolvimento de <i>Software</i> com Reúso	15
2.6 O Repositório de Componentes	17
2.6.1 Técnicas de Classificação de Componentes	18
2.7 Caracterização de Componentes	21
2.8 Padrões e Critérios de Qualidade para Componentes	23
2.9 Considerações Finais	25
3 Melhoria de Processo de Desenvolvimento de <i>Software</i>	27
3.1 Considerações Iniciais	27

3.2	O Modelo IDEAL	27
3.3	Fases do Modelo IDEAL	28
3.3.1	Fase de Inicialização	29
3.3.2	Fase de Diagnóstico	30
3.3.3	Fase de Estabelecimento	31
3.3.4	Fase de Ação	31
3.3.5	Fase de Lições	32
3.4	Considerações Finais	33
4	A Norma NBR ISO/IEC 12207 - Processos de Ciclo de Vida de Software	35
4.1	Considerações Iniciais	35
4.2	A Norma NBR ISO/IEC 12207	35
4.3	Considerações Finais	38
5	Documentação de Software	41
5.1	Considerações Iniciais	41
5.2	Documentação de <i>Software</i>	41
5.3	Processo de Documentação	43
5.3.1	Implementação do Processo	43
5.3.2	Projeto e Desenvolvimento	45
5.3.3	Produção	45
5.3.4	Manutenção	45
5.4	Características de uma Documentação Efetiva	46
5.5	Um Padrão Para Documentação	47
5.6	Considerações Finais	47
6	Revisão Técnica Formal	49
6.1	Considerações Iniciais	49
6.2	Revisões Técnicas Formais	49
6.3	A Reunião de Revisão	50
6.4	Diretrizes para Realização da Reunião	51
6.5	Considerações Finais	53

7	Gerenciamento da Configuração de <i>Software</i>	55
7.1	Considerações Iniciais	55
7.2	Gerenciamento de Configuração de <i>Software</i>	55
7.3	Atividades do Gerenciamento de Configuração	57
7.3.1	Implementação do Processo	57
7.3.2	Identificação da Configuração	58
7.3.3	Controle da Configuração	59
7.3.4	Relato da Situação	62
7.3.5	Avaliação da Configuração	62
7.3.6	Controle de Interface	63
7.3.7	Controle de Sub-Contratados e Fornecedores	63
7.3.8	Gerência da Liberação e Entrega	64
7.4	Considerações Finais	64
8	Diretrizes para o Processo de Implantação do Reúso	65
8.1	Considerações Iniciais	65
8.2	Os Artefatos e os Tipos de Reúso	66
8.3	Estratégia para Implantação do Reúso	67
8.3.1	Inicialização	68
8.3.2	Diagnóstico e Estabelecimento	69
8.3.3	Ação	70
8.3.4	Lições	72
8.4	Operacionalização da Estratégia	72
8.5	Atividades Sugeridas para o Início do Processo de Introdução do Reúso	74
8.5.1	Documentação	74
8.5.2	Verificação	87
8.5.3	Gerência de Configuração	95
8.6	Considerações Finais	109
9	RaCooMN - <i>Reusable Components Management ENvironment</i>	111
9.1	Considerações Iniciais	111
9.2	O Processo de Especificação do Ambiente RaCooMN	111
9.3	RaCooMN - Fase de Engenharia de Requisitos	113

9.3.1	Diagramas e Especificações de Casos de Uso	113
9.3.2	Diagramas das Classes de Domínio	149
9.4	Considerações Finais	158
10	Conclusões e Trabalhos Futuros	159
10.1	Lições Aprendidas	161
10.2	Contribuições	162
10.3	Trabalhos Futuros	162
	Referências Bibliográficas e Bibliografia	165
A	Estudo de Caso	171
A.1	O Ambiente do Estudo de Caso	171
A.1.1	Histórico	172
A.1.2	O Reúso no <i>Discover</i>	173
A.2	As Reuniões	174
A.2.1	Reunião I: Validação do Cronograma	174
A.2.2	Reunião II: Definição dos Requisitos para o Código Fonte	175
A.2.3	Reunião III: Definição de Regras para Documentação de Externa	178
A.2.4	Reuniões IV e V: Definição do Processo de Execução de Revisões Técnicas Formais	180
A.2.5	Reunião VI: Definição do Plano de Gerenciamento de Configuração	182

Lista de Figuras

2.1 Fatores da Qualidade de <i>Software</i>	8
3.1 O Modelo IDEAL	29
4.1 Processo do Ciclo de Vida do <i>Software</i>	36
5.1 O Processo e Alguns Documentos Envolvidos no Ciclo de Vida do <i>Software</i> de Acordo com a NBR ISO/IEC 12207	44
6.1 Reunião de Revisão de <i>Software</i>	52
7.1 Gerenciamento de Configuração de <i>Software</i>	57
7.2 <i>Check-In/Check-Out</i>	58
7.3 Processo de Controle	60
7.4 Árvore de Versões de um Documento sob Controle de Versão	61
8.1 Estratégia de Melhoria Contínua Utilizada no Processo de Implantação do Reú- so	67
8.2 NBR ISO/IEC 12207 - Processos Seleccionados	70
8.3 Etapas da Fase de Ação	71
8.4 Relação Entre as Funcionalidades do Repositório de Componentes e a Docu- mentação, a Revisão Técnica Formal e o Gerenciamento de Configuração	75
8.5 Disponibilização dos Componentes para o Processo de Verificação	89
8.6 Componente Aprovado Sem Modificações	90
8.7 Componente Aprovado Provisoriamente	91
8.8 Componente Reprovado	91
8.9 Exemplo de Estrutura do Repositório	102
8.10 Processo de Alteração de um Item de Configuração	105

9.1 Diagrama de Caso de Uso - Cadastro de Usuário	116
9.2 Diagrama de Caso de Uso - Cadastro de Área de Trabalho	117
9.3 Diagrama de Caso de Uso - Conexão ao Ambiente	118
9.4 Diagrama de Caso de Uso - Desconexão do Ambiente	119
9.5 Diagrama de Caso de Uso - Busca de Componentes	120
9.6 Diagrama de Caso de Uso - Visualização e Obtenção da Documentação de um Componente	122
9.7 Diagrama de Caso de Uso - Registro de Componentes em Desenvolvimento . .	124
9.8 Diagrama de Caso de Uso - Registro do Cancelamento de um Componente em Desenvolvimento	127
9.9 Diagrama de Caso de Uso - Registro de Novos Componentes	127
9.10 Diagrama de Caso de Uso - Seleção dos Revisores e do Líder da Revisão de um Componente	131
9.11 Diagrama de Caso de Uso - Agendamento da Reunião de Revisão de um Com- ponente	131
9.12 Diagrama de Caso de Uso - Visualização dos Componentes Seleccionados para Serem Revisados por um Determinado Revisor	133
9.13 Diagrama de Caso de Uso - Cadastro do Resultado de uma Revisão de um Componente	134
9.14 Diagrama de Caso de Uso - Visualização do Resultado de uma Revisão de um Componente	138
9.15 Diagrama de Caso de Uso - Solicitação de Pedido de Alteração	141
9.16 Diagrama de Caso de Uso - Visualização dos Pedidos de Alteração a Serem Avaliados	141
9.17 Diagrama de Caso de Uso - Cadastro do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração de um Componente	144
9.18 Diagrama de Caso de Uso - Visualização do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração	145
9.19 Diagrama de Caso de Uso - Documentação de Alterações em um Componente	148
9.20 Diagrama de Caso de Uso - Visualização de Relatórios	148
9.21 Diagrama de Classes - Visão Usuário	151
9.22 Diagrama de Classes - Visão Componentes Em Desenvolvimento	152

9.23 Diagrama de Classes - Visão Componentes (Documentação) 154

9.24 Diagrama de Classes - Visão Componentes - Primeira Parte 155

9.25 Diagrama de Classes - Visão Componentes - Segunda Parte 156

9.26 Diagrama de Classes - Visão Revisão 157

9.27 Diagrama de Classes - Visão Pedido de Alteração 158

Lista de Tabelas

6.1 Comparação de Custo de Desenvolvimento	51
8.1 Informações Referentes às Classes	84
8.2 Informações Referentes a Cada Um dos Métodos de Uma Classe	85
8.3 Atributos Sugeridos para Uso na Busca por Componentes	86
8.4 Requisitos Essenciais Aos Componentes (Aprovação Provisória) Referentes à Documentação Externa	93
8.5 Requisitos Essenciais Aos Componentes (Aprovação Provisória) Referentes à Documentação Interna	94
9.1 Correspondência entre os Diagramas das Fases do ProDes/UML e os Diagramas da UML	112
9.2 Estrutura da Especificação dos Casos de Uso	115
9.3 Especificação de Caso de Uso - Cadastro de Usuário	116
9.4 Especificação de Caso de Uso - Cadastro de Área de Trabalho	118
9.5 Especificação de Caso de Uso - Conexão ao Ambiente	119
9.6 Especificação de Caso de Uso - Desconexão do Ambiente	120
9.7 Especificação de Caso de Uso - Busca de Componentes	121
9.8 Especificação de Caso de Uso - Visualização da Documentação de um Componente	123
9.9 Especificação de Caso de Uso - Obtenção da Documentação de um Componente	124
9.10 Especificação de Caso de Uso - Registro de Componentes em Desenvolvimento	125
9.11 Especificação de Caso de Uso - Registro do Cancelamento de um Componente em Desenvolvimento	126
9.12 Especificação de Caso de Uso - Registro de Novos Componentes	129

9.13Especificação de Caso de Uso - Seleção dos Revisores e do Líder da Revisão de um Componente	130
9.14Especificação de Caso de Uso - Agendamento da Reunião de Revisão de um Componente	132
9.15Especificação de Caso de Uso - Visualização dos Componentes Selecionados para Serem Revisados por um Determinado Revisor	133
9.16Especificação de Caso de Uso - Cadastro do Resultado de uma Revisão de um Componente	136
9.17Especificação de Caso de Uso - Inserção de um Componente Aprovado no CVS	137
9.18Especificação de Caso de Uso - Inserção de um Componente Aprovado Provisoriamente no CVS	138
9.19Especificação de Caso de Uso - Visualização do Resultado de uma Revisão de um Componente	139
9.20Especificação de Caso de Uso - Solicitação de Pedido de Alteração	140
9.21Especificação de Caso de Uso - Visualização dos Pedidos de Alteração a Serem Avaliados	142
9.22Especificação de Caso de Uso - Cadastro do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração de um Componente	143
9.23Especificação de Caso de Uso - Disponibilizar um Componente para Alteração	144
9.24Especificação de Caso de Uso - Visualização do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração	146
9.25Especificação de Caso de Uso - Documentação de Alterações em um Componente	147
9.26Especificação de Caso de Uso - Visualização de Relatórios	149

Capítulo 1

Introdução

Já há algum tempo as organizações de desenvolvimento de *software* têm vivenciado um conjunto de problemas encontrados no desenvolvimento de sistemas, como estimativas de custo e prazo imprecisas, *software* com qualidade inadequada, insatisfação do cliente com o produto final, entre outros. A este conjunto de problemas deu-se o nome de *aflição crônica*. Frente à grande demanda por *software* e à forte competitividade existente no mercado atual, tais problemas podem inviabilizar a sobrevivência de uma organização.

É neste contexto que o alcance de alguns objetivos, tais como aumento da qualidade e da produtividade, redução dos prazos de entrega, redução dos custos globais do desenvolvimento de *software*, entre outros, tem sido apresentado como bastante importante para o sucesso de uma organização de desenvolvimento de sistemas.

O reúso sistemático de componentes de *software* tem colaborado de forma significativa para o alcance desses objetivos (Holanda, Souza, & Melo 2000). Baseado no desenvolvimento de sistemas a partir de componentes pré-existentes, identificando semelhanças entre o novo sistema e esses componentes, tal modelo permite reduções significativas de custo e tempo de desenvolvimento. Segundo Neighbors (1992), "Nosso desejo de construir sistemas de *software* a partir de componentes de *software* reutilizáveis representa uma mudança da produção artesã para a produção em massa. Esta mudança nos é imposta pelos cada vez maiores sistemas de *software* que precisamos construir".

O reúso, como definido atualmente, pode então ser visto como uma maneira de atingir alguns dos objetivos gerais de uma organização, visto que essa tem que reduzir o tempo de desenvolvimento de seus produtos, diversificá-los, padronizá-los e integrá-los, a fim de manter-se no mercado.

Porém, a introdução do reúso no processo de desenvolvimento de *software* envolve mudanças em diversos itens da organização, como processos, técnicas e até mesmo cultura organizacional, sendo, portanto, uma tarefa difícil de ser executada.

Desta maneira, é importante que o processo de introdução do reúso aborde todas essas mudanças de uma maneira integrada e gradativa. Além disso, é preciso que ele seja um processo bem definido, gerenciado, controlado, medido e com constante preocupação de permitir o crescimento na sua capacidade.

Para que este esforço de melhoria resulte em um processo de desenvolvimento de *software* baseado no reúso de componentes que seja de qualidade, também é necessário que o mesmo possua como objetivo final a implantação das melhores práticas propostas pela comunidade de Engenharia de *Software*. Dada essa necessidade, o uso de modelos de referência para a capacitação do processo de *software* é de grande ajuda.

Todavia, como citado anteriormente, tais práticas devem ser incorporadas à organização de maneira gradativa. Sendo assim, é preciso que se faça uma análise para levantamento das necessidades mais latentes da organização e, a partir dessa análise, se estabeleça uma ordem para abordagem das diversas práticas.

1.1 Motivação

Diante de tantas dificuldades, tantas barreiras a serem transpostas, acrescidas pela preocupação em modificar o que, de alguma maneira, está funcionando, embora os benefícios do reúso sejam claros, muitas organizações não se interessam em implantá-lo ou fracassam em suas tentativas.

Frente a tal realidade, pode ser de grande utilidade a criação de uma estratégia que guie a implantação sistemática do reúso de componentes no processo de desenvolvimento de *software*. Para tanto, esta estratégia procura auxiliar as organizações a gerenciar os recursos e as atividades, identificar as questões críticas e os esforços, tanto educacionais como estruturais e processuais, necessários para que o reúso seja praticado de forma eficiente e efetiva por todo o escopo da organização que deseja implantá-lo.

Uma outra questão que motivou a escolha do reúso como tema deste mestrado foi a constatação de que um laboratório de pesquisa, localizado dentro da universidade e, portanto, em contato com as mais avançadas tecnologias, tinha dificuldade em reaproveitar os produtos de seus pesquisadores. É importante ressaltar, no entanto, que, por realizarem pesquisas na área de Inteligência Artificial, os pesquisadores desse laboratório não estão habituados a muitas das práticas pregadas pela Engenharia de *Software*.

1.2 Objetivo

O principal objetivo deste projeto de mestrado é o desenvolvimento de uma estratégia que sistematize o processo de introdução do reúso em uma organização, auxiliando-a na definição das atividades e requisitos necessários para o alcance dos benefícios esperados advindos desse reúso.

Para criar e verificar a aplicabilidade da estratégia proposta, além de levantar as atividades e requisitos primordiais para o reúso de componentes, um estudo de caso foi desenvolvido. Esse estudo de caso foi realizado no Laboratório de Inteligência Computacional (LABIC) do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), mais especificamente com a introdução do reúso no processo de desenvolvimento de *software* dos trabalhos de pesquisa relacionados ao processo de Extração de Conhecimento de Bases de Dados através do ambiente *Discover* (Baranauskas & Batista 2000). Desta maneira, este trabalho procurou aliar seus objetivos às necessidades deste laboratório, colaborando não somente com a comunidade de pesquisa da área de Engenharia de *Software*, mas também com o LABIC.

1.3 Organização do Trabalho

Esta dissertação apresenta diversos tópicos, relacionados à revisão bibliográfica e aos produtos deste trabalho de mestrado, organizados em 10 capítulos e um apêndice.

Neste capítulo foi apresentada uma breve contextualização e motivação para trabalho realizado.

No Capítulo 2 são apresentados alguns conceitos e questões relevantes do desenvolvimento de *software* baseado no reúso de componentes.

O modelo IDEAL, cujo objetivo é guiar as organizações na melhoria contínua de seu processo de desenvolvimento de *software*, possui sua filosofia e fases descritas no Capítulo 3.

No Capítulo 4 é apresentada a norma NBR ISO/IEC 12207, um modelo de referência para capacitação de processo.

O processo de construção de uma boa documentação e algumas características importantes para a mesma são descritos no Capítulo 5.

No Capítulo 6 é apresentado o processo de execução de revisões técnicas formais, atividade importante na garantia da qualidade de *software*.

O processo de gerenciamento de configuração de *software* é descrito no Capítulo 7.

No Capítulo 8 é descrita a estratégia para implantação do reuso no processo de desenvolvimento de *software*, assim como as tarefas e requisitos sugeridos para serem implantados inicialmente pelas organizações.

No Capítulo 9 é apresentada a especificação de um ambiente que visa automatizar algumas das atividades referentes ao armazenamento e gerenciamento dos componentes propostas na estratégia citada.

As conclusões e propostas de trabalhos futuros são relacionadas no Capítulo 10.

Por fim, no Apêndice A, são apresentadas algumas considerações sobre os trabalhos desenvolvidos no estudo de caso realizado neste mestrado.

Capítulo 2

O Reúso de Software

2.1 Considerações Iniciais

O reúso de componentes tem sido encarado na Engenharia de *Software* como uma opção na tentativa de se otimizar o processo de desenvolvimento de sistemas.

Neste contexto, sendo o reúso o objeto de estudo deste trabalho, inicia-se este capítulo com algumas definições referentes ao mesmo, seguidas por algumas considerações sobre o processo de desenvolvimento de *software* baseado no reúso, sobre o repositório e, finalmente, sobre os componentes.

2.2 Definições

A idéia de reutilização de soluções não é algo novo. Sempre que defronta-se com questões semelhantes tenta-se adaptar a solução de uma a outra, principalmente porque quando uma solução é utilizada exaustivamente ela se torna um padrão, aceito, generalizado e já testado. A comunidade da área de Engenharia de *Software* também tem incorporado a idéia da reutilização de soluções para a construção de novos sistemas.

Inicialmente, McIlroy, segundo apresentado por Schafer, Prieto-Díaz, & Matsumoto (1994), definiu o reúso de *software* como sendo o uso de componentes de *software* (produtos de prateleira) como blocos para a construção de grandes sistemas, assumindo que esses componentes são constituídos de código-fonte.

Posteriormente, Freeman (1987) definiu reúso como o uso de produtos não executáveis para o desenvolvimento de *software*, indicando que apenas o uso de código-fonte não é suficiente, já que tal prática ainda exige muito esforço dos desenvolvedores nas atividades de análise e projeto, cujos produtos também podem ser reutilizados.

Assim, de maneira mais completa, pode-se definir o reúso de *software* como o processo de criação de sistemas a partir de “bens de *software*” (ou componentes de *software* reutilizáveis) (Karlsson 1995). Chamou-se “bens de *software*” qualquer artefato ou produto de (desenvolvimento de) *software* tais como códigos, especificações de projeto, conhecimento de domínio, experiência, processos, modelos de dados, métodos, *templates*, entre outros.

Ou ainda, “Reúso de *software* é a prática sistemática de desenvolver ou atualizar novas aplicações a partir de ativos de *software* pré-construídos nos quais são identificadas similaridades de requisitos e/ou arquiteturas com o que está sendo desenvolvido” (Holanda, Souza, & Melo 2000).

Werner & Braga (2000) apresentam ainda uma outra definição bastante interessante: “Componentes reutilizáveis são artefatos autocontidos, claramente identificáveis, que descrevem ou realizam uma função específica e têm interfaces claras em conformidade com um dado modelo de arquitetura de *software*, documentação apropriada e um grau de reutilização definido”. Nesta definição, autocontido significa que o componente desempenha de forma completa a função a que se destina e claramente identificável significa que o componente é facilmente localizável. A questão das interfaces também é ressaltada visto que elas são cruciais para o mecanismo de composição de componentes.

Neste trabalho, serão consideradas as três últimas definições por serem mais completas.

Cabe lembrar que nem sempre é possível se reutilizar uma solução em sua totalidade, sendo necessário, nesses casos, aplicar somente parte dela na resolução do novo problema, podendo essa parte necessitar de modificações, adaptações e/ou combinações. Na Engenharia de *Software* esse fato não se altera. Muitas vezes, adaptações nos componentes se fazem necessárias a fim de atender aos requisitos do sistema. Essas diferentes “formas” de reutilização de componentes deram origem a seguinte classificação (Holanda, Souza, & Melo 2000):

Reúso Caixa-Preta Reutilização de componentes sem adaptações;

Reúso Transparente Reutilização de componentes sem modificações, porém com a necessidade de análise do corpo do componente a fim de se descobrir suas propriedades;

Reúso Caixa-Cinza Reutilização de componentes que sofreram modificações através da configuração de parâmetros;

Reúso Caixa-Branca Reutilização de componentes que sofreram reengenharia ou modificações no seu corpo.

Com relação ao modo como os componentes de *software* são utilizados, eles podem, ainda, ser divididos em duas classes (Holanda, Souza, & Melo 2000) :

Componentes Verticais São aqueles reutilizados entre aplicações de mesmo domínio (representam o *know-how* da organização, capturando conhecimentos específicos do negócio);

Componentes Horizontais São aqueles reutilizados entre aplicações de diferentes domínios (representam repetições de elementos de arquitetura, como, por exemplo, uma biblioteca de acesso à bases de dados ou um serviço de autenticação).

Deve-se considerar também se o alvo do reuso é interno ou externo, ou seja, deve-se identificar se o desenvolvimento de componentes visa o seu uso internamente à organização ou visa a sua oferta a mercados externos.

Segundo Ezram, citado por Holanda, Souza, & Melo (2000), algumas informações dos componentes são de extrema importância. Entre elas encontram-se:

- Informações quanto à classificação do componente (facilitam a sua recuperação);
- Descrições e documentações que facilitem a compreensão de sua funcionalidade, de como se dá a sua utilização e de como personalizá-lo;
- Informações relativas à qualidade e testes que facilitem a sua avaliação;
- Informações relativas à sua origem.

Muitas organizações acreditam que, ao desenvolverem seus sistemas baseados no paradigma da orientação a objetos, estão também praticando o reuso. Porém, apenas a orientação a objetos por si só não garante a construção de componentes apropriados para o reuso. A reutilização afeta todas as fases do processo de construção do *software* e, portanto, é preciso que o projeto tenha como objetivo o reuso dos componentes por ele produzidos e seja conduzido sob um processo contendo todas as atividades necessárias para que tais componentes atinjam uma qualidade tal que permita a inclusão de seus componentes em uma biblioteca (Fichman & Kemerer 1997; de Sá 1997). Além disso, não se pode olhar para o reuso apenas sob a perspectiva técnica, pois ele envolve também a organização e o encapsulamento de conhecimento e experiência, e o estabelecimento de mecanismos e estruturas organizacionais que tornem as organizações disponíveis para sua prática (Creps, Simos, & Prieto-Díaz 1992).

2.3 Reúso Versus Qualidade de Software

Segundo a norma ISO 9126, existem alguns fatores, apresentados na Figura 2.1, que são bastante decisivos na qualidade do *software*. A seguir, é apresentada uma análise de como estes fatores são afetados pelo reúso de componentes (Karlsson 1995).

Figura 2.1: Fatores da Qualidade de *Software*

A *funcionalidade* dos sistemas baseados em componentes de *software* pode ser melhorada devido à possibilidade de reutilização de sistemas similares como protótipos para captura dos requisitos funcionais (o que pode otimizar tal função). Além disso, o reúso possibilita o descobrimento de requisitos durante a avaliação dos possíveis componentes, a oferta de funcionalidades adicionais e permite que diversos usuários (durante o desenvolvimento de componentes reutilizáveis) discutam o problema, descobrindo mais cedo questões latentes, as quais, em outra situação, poderiam somente ser descobertas tardiamente.

Quanto à *confiabilidade* desses sistemas, esta é afetada de maneira positiva e também negativa pelo reúso de componentes. Como fator positivo pode-se citar o aumento da confiabilidade do sistema devido ao uso correto de componentes bem testados, os quais, quanto mais utilizados menos problemas conterão. Por outro lado, o uso incorreto ou fora do escopo de um componente, embora bem-testado, constitui-se num risco para o sistema.

A *usabilidade* do sistema pode ser melhorada pelo uso de componentes já que estes normalmente obtiveram maior dedicação no seu desenvolvimento. No entanto, componentes com características suavemente diferentes podem não ser aceitáveis para um sistema, do ponto de vista da usabilidade.

Com relação à melhora de *eficiência* de sistemas baseados em componentes, esta se dá visto que um maior esforço é despendido e justificável na construção de um componente eficiente. Além disso, componentes específicos podem ser adaptados para necessidades específicas, sendo mais eficientes que componentes genéricos.

Quanto à *manutenibilidade* desses sistemas, esta pode ser melhorada já que muitas das modificações que poderiam ser necessárias já estão incorporadas ou planejadas nos requisitos de desenvolvimento dos componentes. Ademais, modificações fora do planejado, apesar de serem mais difíceis de implementar, podem, porém, ter o seu custo dividido pelos diversos “*reusers*” (ou reutilizadores).

Por fim, a *portabilidade*, por ser um importante aspecto inerente ao desenvolvimento de componentes reutilizáveis, é incorporada naturalmente ao componente.

Além dos fatores de qualidade da ISO 9126, outros fatores como custo, produtividade e tempo de mercado também são influenciados pela técnica de reúso.

Segundo diversos autores citados por Karlsson (1995), é esperado que o reúso de componentes de *software* seja uma das maiores fontes de redução nos custos de desenvolvimento nas próximas décadas, basicamente porque ele reduz a quantidade de trabalho.

Jeffrey S. Poulin, citado por Jacobson, Griss, & Jonsson (1997), a partir da observação de seis fontes de dados derivou algumas métricas para o reúso. São elas:

- Porcentagem de reúso em um produto;
- Valor agregado pelo reúso (taxa de produtividade de uma organização que pratica o reúso comparada a uma que não o faz);
- Ganho de custo resultante do reúso (reflete a redução de custo dos produtos resultante do reúso).

As fontes de dados a partir das quais estas métricas foram derivadas são:

- Número de linhas do código-fonte;
- Número de linhas não escritas, mas reutilizadas, incluídas em um arquivo;
- Número de linhas reutilizadas por outros produtos;
- Custo do desenvolvimento de *software*;
- Taxa de defeitos do desenvolvimento de *software*;

- Custo de reparação de defeitos.

Vale ressaltar que o reúso irá aumentar a produtividade desde que haja o reúso da funcionalidade correta e que o componente seja adequado ao sistema. A utilização de componentes deverá permitir uma redução no tempo de criação de planos, modelos, documentos, entre outros. Segundo Pressman (2001), cerca de 30-50% de reúso resulta em aumento de produtividade na faixa de 25-40%. Vale lembrar que a construção de componentes reutilizáveis exige que um esforço extra seja despendido, podendo assim ser considerado como um investimento a longo prazo.

A redução do tempo de mercado, ou "*lead time*", aparece como uma forte qualidade da prática do reúso já que este fator é bastante determinante para o sucesso de um *software* num ambiente de constantes mudanças tecnológicas. Desenvolver novos produtos, através da combinação de componentes, é uma maneira de se reduzir o "*lead time*".

Em resumo, quatro aspectos são amplamente afetados pelo reúso (Rine 1997):

- A incorporação do reúso poderá trazer um *overhead* de custo e esforço no desenvolvimento do módulo que será reutilizado;
- O reúso poderá melhorar a qualidade do *software*;
- O reúso poderá diminuir o esforço despendido no desenvolvimento de *software*, conseqüentemente aumentando a sua produtividade e diminuindo o custo do *software*;
- O reúso poderá diminuir o tempo de mercado.

A seguir, encontram-se alguns casos de sucesso pela aplicação efetiva do reúso (McClure 1995):

- A Fábrica de *Software* Toshiba relatou 50% de reúso sobre sua linha de produtos em 1989 e aumentou sua produtividade em 57%;
- A Divisão de Controles de Sistemas e Comandos da Companhia *Hughes Aircraft* relatou uma economia de 37% em custos de projeto na construção de dois sistemas num ambiente baseado em reúso;
- A *CelciusTech Systems*, Suécia, desenvolveu algumas aplicações como uma família de sistemas, obtendo mais de 70% de reúso, dobrando sua produtividade, aumentando sua competitividade e economizando US\$ 20 milhões.

2.4 O Programa de Reúso em uma Organização

A introdução de um programa de reúso não é uma tarefa fácil visto que envolve muitas pessoas, processos e questões técnicas. Muitas organizações têm obtido resultados decepcionantes com o reúso, justamente por não considerarem todas estas variáveis. Muitas delas vêem o reúso apenas como uma coleção independente de ferramentas e técnicas, ou simplesmente abordam o reúso apenas sob o ponto de vista técnico, deixando de lado as questões não-técnicas. Para obter bons resultados, as organizações precisam visualizar o reúso como parte integrante de seu processo de desenvolvimento (que deve ser muito bem conhecido) e, dentro deste contexto, tratar das questões técnicas e não-técnicas envolvidas na prática do reúso (Davis 1993)¹. Esta tarefa, como já citado anteriormente, não é fácil.

Assim, torna-se necessária a criação de um plano de reúso que envolva todas essas questões e consiga ganhar o apoio de toda a organização, e essencialmente o apoio gerencial.

Algumas questões, classificadas por Schafer, Prieto-Díaz, & Matsumoto (1994) como questões chaves de um programa de reúso, serão tratadas nas Seções 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3.

2.4.1 Planejamento do Reúso

O primeiro passo no planejamento da introdução do reúso é verificar a viabilidade de se investir nesta tecnologia dentro da organização. Deve-se considerar a possibilidade de se implantar diferentes tipos e escopos de reúso, dependendo da natureza do negócio e do domínio, e da existência de processos organizacionais e de *software*.

O plano de introdução do reúso deve estabelecer objetivos, escopos e mostrar como as pessoas, o negócio, o processo de desenvolvimento de *software* e todas as partes envolvidas nesse processo serão afetados pelo reúso, considerando questões como orçamento disponível, retorno desejado e tempo para implantação.

Vale lembrar que os objetivos do programa de implantação do reúso devem estar sempre relacionados aos objetivos de negócio da organização. Alguns possíveis objetivos desse programa, de acordo com Schafer, Prieto-Díaz, & Matsumoto (1994), são o aumento da produtividade e da qualidade, a redução do tempo de entrega, a padronização, a interoperabilidade e a compatibilidade de aplicações, novas oportunidades de negócio, entre outros.

¹Em (Davis 1993), pode-se encontrar um conjunto de questões que o autor considera críticas para a melhoria da capacidade de reúso. Entre elas aparecem questões como definição de processo, melhoria contínua, custo e comprometimento organizacional.

Um outro ponto a ser abordado neste plano aborda os riscos aos quais a organização estará sujeita, alguns dos quais têm relação com a disponibilidade de tecnologia, a disposição das pessoas para mudanças, os recursos disponíveis, a estabilidade do domínio e a quantidade de comprometimento da gerência.

Como a introdução do reúso em uma organização a expõe a riscos e custos, é recomendável que sua prática seja iniciada em projetos de pequenas proporções, aumentando o seu escopo conforme o processo de reúso se torne mais maduro. A filosofia por trás desta estratégia é obter alguns pequenos sucessos, observando as questões organizacionais e técnicas envolvidas, para posteriormente conseguir articular um plano para introdução efetiva do reúso, contando com o apoio gerencial e dos próprios desenvolvedores.

Segundo Schafer, Prieto-Díaz, & Matsumoto (1994), na Quinta Convenção Anual de Institucionalização do Reúso, foram identificados três estágios básicos para introdução do reúso:

1. **Introdução**, ou comprometimento em tentar praticar o reúso. Nesta etapa o enfoque deve estar na transferência de tecnologia, aprendizado e viabilidade de estudo, e na execução de um projeto piloto. Dentre as atividades a serem realizadas encontram-se a determinação dos limites do domínio, recomendação de mudanças para o processo de reúso, seleção de um processo de análise de domínio e de um modelo de negócio. Deve-se esperar por resistências e saber como contorná-las;
2. **Institucionalização**, ou comprometimento em expandir o projeto piloto. É nesse momento que o reúso será integrado ao ciclo de desenvolvimento, gerando atividades como: facilitação, treinamento, suporte, coleta de métricas, registros, relatórios sobre o processo, lições aprendidas e provimento de recursos;
3. **Manutenção**, ou comprometimento em manter e melhorar o processo. Neste ponto o processo de reúso é incorporado totalmente à organização e os esforços para transferência de tecnologia diminuem. Entre as atividades deste estágio aparecem: coletar informações, prover suporte, acessar e otimizar a produção de componentes e processos consumidores, e expandir o escopo do programa.

2.4.2 Questões Organizacionais, Gerenciais e de Pessoal

Muitas das questões que influenciam o sucesso de um plano de reúso são culturais. Frequentemente as pessoas acreditam que o reúso de componentes não funciona, não se aplica ao seu trabalho, não funcionará na organização e/ou impede a sua criatividade e

produtividade. Portanto, muitas vezes as pessoas não estão motivadas nem mesmo a tentar implantar um processo de reúso no seu dia-a-dia.

Assim, conseguir identificar capacidades técnicas e interesses das pessoas envolvidas no processo, o estado cultural e até mesmo educacional destas pessoas, entre outras informações, e saber articulá-las de maneira a ganhar o seu apoio é extremamente importante na implantação de um programa de reúso (Schafer, Prieto-Díaz, & Matsumoto 1994).

É sabido que o comprometimento gerencial é um fator determinante para o sucesso de qualquer tipo de implantação de novas tecnologias em uma organização. Com o reúso, este fato não se altera. Portanto, faz-se necessário despende quanto esforço for preciso para garantir o apoio da equipe gerencial ao programa de reúso.

Para Schafer, Prieto-Díaz, & Matsumoto (1994), alguns elementos importantes para convencer tal setor são:

- Vender o reúso como um conceito suficientemente maduro para exploração;
- Mostrar outras organizações semelhantes com significantes programas de reúso, principalmente aquelas que apresentam benefícios competitivos e econômicos advindos destes programas;
- Relatar benefícios e linhas gerais de custos;
- Analisar os riscos e apresentar um plano factível;
- Assegurar que todos os gerentes relevantes estão convencidos.

Como citado anteriormente, muitas pessoas dentro da equipe de desenvolvimento (entre estes, engenheiros e programadores) possivelmente se mostrarão não favoráveis à introdução do reúso na organização. Isto porque muitos deles acreditam que este novo modelo de desenvolvimento trará impactos em confiabilidade, eficiência, suporte, entre outros. Além disso, é de extrema valia que as pessoas envolvidas no programa concordem com algumas definições básicas tais como “reúso”, “reusabilidade”, “componente”, “produtor de componentes”, “consumidor de componentes”, entre outros. É importante também que os “produtores de componentes” saibam como desenvolver componentes reutilizáveis e que os “consumidores de componentes” saibam como utilizar componentes reutilizáveis no seu desenvolvimento.

A chave para resolver tais problemas está no treinamento. A realização de cursos relacionados a conceitos básicos, pesquisa/utilização/avaliação de componentes, construção

de componentes e manuseio do repositório é bastante importante para uma boa aceitação e a correta/real implantação das atividades do modelo de desenvolvimento baseado em componentes. O nível de treinamento de cada desenvolvedor dependerá da sua função no projeto, porém todos precisarão de um treinamento básico.

2.4.3 Questões de Domínio, Processo e Técnicas

Quando se fala em reuso, a idéia é que pode-se reutilizar “quase tudo”, ou seja, pode-se ter diversos tipos de componentes que serão reutilizados, cada um pertencente a um nível de abstração.

Uma decisão chave está em escolher qual será o escopo de reuso abordado no programa, ou seja, se deseja-se reutilizar componentes independentes de domínio (gerenciadores de lista, funções matemática, entre outros), componentes dependentes de domínio ou componentes dentro de uma família específica de aplicações, como uma linha de produto (semântica de componentes baseada em tipos de aplicações específicas). Além disso, deve-se considerar também se o alvo do reuso é o fornecimento de componentes apenas para a própria organização ou para mercados externos.

Independente do tipo de reuso a ser implantando, certamente surgirá a necessidade por um processo de *software* que suporte a sua utilização. Este novo processo deve incluir tarefas para a produção, análise e recuperação de componentes, a análise de domínio, tarefas relacionadas às bibliotecas ou repositórios, suporte, manutenção e certificação de componentes.

Com relação à obtenção dos componentes, estes podem ser obtidos através da reengenharia de sistemas, pelo seu desenvolvimento ou através da compra. Questões relacionadas a custo, certificação e direitos legais devem ser consideradas ao se optar por uma dessas fontes de componentes.

O plano de introdução do reuso terá de determinar o tipo de tecnologia disponível e necessária, e garantir que esta tecnologia seja consistente com a tecnologia de informação e estratégia técnica utilizadas na organização.

Com relação ao repositório, deve-se desenvolver uma estrutura que considere questões como: quantidade de bibliotecas a serem disponibilizadas, processos de atualização e distribuição, o acesso à biblioteca, formatos, seleção de documentos, entre outras.

2.5 Atividades Específicas do Processo de Desenvolvimento de Software com Reúso

A introdução do reúso no processo de desenvolvimento de *software* implica na execução de uma série de novas atividades. Segundo Karlsson (1995), algumas destas atividades são:

Identificação dos Requisitos de um Componente: consiste na compreensão da aplicação e na determinação dos componentes que podem ser utilizados para implementar a solução. Esta atividade deve ocorrer em cada fase do desenvolvimento.

Diretriz: Utilize diferentes níveis de abstração para os requisitos, dependendo da fase do desenvolvimento. Por exemplo, na busca por componentes de alto nível, os requisitos devem ser tão genéricos quanto possível enquanto que na busca por componentes de baixo nível, o uso de requisitos específicos é mais eficiente.

Busca por Componentes: consiste na recuperação de um conjunto de componentes que satisfaçam os requisitos identificados. Este conjunto deve ser grande o suficiente para que soluções alternativas sejam identificadas e a melhor seja posteriormente selecionada.

Diretriz: O escopo da busca deve ser o mais amplo possível dentro da organização, e não deve-se ignorar fontes de componentes externas à organização.

Diretriz: Utilize, no espaço de busca, termos definidos na organização.

Compreensão dos Componentes Recuperados: consiste na compreensão dos aspectos tanto funcionais (funcionalidade oferecida) como não-funcionais (qualidade, portabilidade, eficiência, entre outros) dos componentes recuperados.

Diretriz: Utilize a visão apropriada do componente para entendê-lo (diferentes indivíduos utilizam visões diferentes para compreender o componente). Uma combinação de visões é um método classificado como poderoso na melhora da compreensibilidade do *software* (Karlsson 1995).

Diretriz: Utilize o resultado da análise de domínio², se disponível, para compreender as características de um componente.

²Estudo e formalização do conhecimento do domínio. Atividade específica do desenvolvimento de componentes reutilizáveis (Karlsson 1995).

Diretriz: Consulte pessoas experientes, especialmente os especialistas no domínio, os desenvolvedores do componente e outros profissionais que já tenham reutilizado o componente.

Diretriz: Realize um estudo completo de um componente de alto nível de maneira a compreendê-lo totalmente e fazer escolhas apropriadas, se o cronograma permitir. Componentes de alto nível, como por exemplo um *framework*, podem determinar todo o funcionamento da aplicação e não devem ser selecionados sem um extenso estudo de seu funcionamento e limitações.

Investigue Adaptações: Uma vez conhecidos os componentes recuperados, devem ser investigadas possíveis adaptações (e o custo das mesmas) para atender aos requisitos desejados.

Diretriz: Determine o nível apropriado de investigação (informação necessária) dos componentes com base no tipo do componente e dos requisitos a serem satisfeitos.

Diretriz: Deve-se estudar as soluções técnicas para implementar as adaptações necessárias de acordo com o tipo de reuso (caixa-preta, caixa-branca, entre outros) escolhido.

Diretriz: Avalie a distância, tanto no aspecto de requisitos funcionais como não-funcionais, entre os componentes candidatos e os requisitos da aplicação.

Diretriz: Quando a avaliação das diferenças for realizada através de modelos baseados em métricas, considere os diferentes níveis: métricas, critérios e fatores.

Diretriz: Não se esqueça de estudar as adaptações necessárias para integrar o componente à aplicação.

Seleção do Componente: Consiste na escolha de uma solução dentre as possíveis, utilizando os componentes candidatos, considerando fatores econômicos, de qualidade, futuros objetivos do reuso, entre outros.

Diretriz: Na seleção dos componentes, opte por componentes padronizados, na ausência de outros critérios.

Adaptação e Integração dos Componentes: consiste na implementação das adaptações necessárias e na integração do componente à aplicação.

Diretriz: Utilize um prefixo referente ao projeto ou módulo para cada nome.

Diretriz: Defina um protocolo de comunicação padronizado.

Diretriz: Quando fizer adaptações de um componente em uma determinada fase, não se esqueça de dar seguimento a elas nas fases seguintes.

Comunicação do Reúso de um Determinado Componente: consiste na confecção de um relatório informando que um determinado componente foi reutilizado (ou tentou-se fazê-lo). Esta atividade aumentará a reusabilidade do componente por manter junto à sua documentação, a experiência deste esforço de reúso (através de informações como a descrição do ambiente de reúso, os problemas encontrados, especialmente na compreensão, integração e adaptação do componente, e o quanto esta atividade foi custosa).

2.6 O Repositório de Componentes

Para que a prática do reúso possa ser efetivamente aplicada é necessário que todos os membros da organização que utilizam componentes reutilizáveis tenham conhecimento dos componentes disponíveis, possam avaliá-los e, se possível, reutilizá-los em novos projetos.

Além disso, é preciso que os componentes sejam inspecionados quanto à sua adequação aos critérios de validação e ao controle de qualidade previamente estabelecidos na organização. Esta função pode ser realizada por um bibliotecário, responsável também por conhecer os componentes, por manter a consistência do repositório, por não permitir que componentes com a mesma funcionalidade sejam desenvolvidos mais de uma vez, entre outras atividades (Fichman & Kemerer 1997).

Depois de inspecionados, esses componentes devem então ser armazenados de maneira a permitir uma pesquisa e recuperação eficientes que estimulem a consideração de sua utilização em novos projetos. Este armazenamento, pesquisa e recuperação são funções pertencentes ao repositório de componentes ou bibliotecas de reutilização. Em (de Sá 1997), uma definição um pouco mais ampla é dada para as bibliotecas de reutilização (incluindo também a atividade de certificação descrita acima, por exemplo): "Organizações compostas por pessoas, procedimentos e ferramentas direcionadas a facilitar a reutilização de componentes, atendendo às metas de custo e produtividade".

Entre algumas das principais funcionalidades esperadas de um repositório pode-se citar (Holanda, Souza, & Melo 2000):

Identificação e Descrição Trata da identificação e descrição do componente a partir de um conjunto de características (nome, palavra-chave etc) que o diferencia de outros;

Inserção Trata da inserção de novos componentes ou novas versões de antigos componentes no repositório, por usuários autorizados;

Exploração de “Catálogo” Os usuários de um repositório devem poder analisar um “catálogo” de componentes a fim de conhecer e analisar os componentes disponíveis. Esta funcionalidade é suficiente para localizar componentes em um repositório que contenha uma pequena quantidade dos mesmos;

Pesquisa Textual Os usuários devem poder realizar pesquisas mais específicas na descrição dos componentes;

Recuperação Os usuários devem poder recuperar um componente;

Organização e Pesquisa Os componentes devem ser organizados de maneira a possibilitar a sua pesquisa através de palavras-chave, atributos, sinônimos, entre outros;

Histórico O repositório deve armazenar informações de uso, modificações, criação e exclusão de cada componente;

Controle de Acesso O repositório deve implementar uma política de segurança para que determinadas funcionalidades só possam ser executadas por pessoas autorizadas;

Controle de Versões O repositório pode conter várias versões de um componente e deve deixá-las disponíveis para recuperação;

Controle de Mudanças É recomendável a existência de procedimentos para solicitação de alterações, discussões e permissões para as solicitações, a fim de manter a consistência do repositório;

Notificação de Mudanças O repositório pode prover funções que notifiquem todos os seus usuários de alterações sofridas no mesmo, tais como inclusão de novos componentes, disponibilização de novas funcionalidades, entre outras.

2.6.1 Técnicas de Classificação de Componentes

A busca por um componente com as características que se deseja não é uma tarefa simples. Isto porque esta atividade envolve a realização de uma pesquisa em descrições heterogêneas dentro de um grande espaço de busca (de Souza, Costa, Braga, Matoso, & Werner 2001).

Assim, o repositório de componentes não pode ser apenas um local onde todos os componentes estão armazenados, sem nenhuma organização baseada em seu conteúdo. É

preciso que este armazenamento seja feito de modo a permitir uma localização rápida de componentes relacionados ou desejados. Esta busca eficiente por componentes está intrinsecamente ligada à qualidade dos mecanismos de classificação utilizados no armazenamento dos componentes.

A seguir, serão descritas quatro técnicas, consideradas simples, que permitem a classificação dos componentes, além de uma breve análise do processo de escolha da técnica a ser utilizada. Estas descrições e esta análise tomam como base as proposições de Coulange (1998).

Palavras-Chave

Esta é uma técnica cuja implementação é considerada simples. Ela consiste na associação de algumas palavras-chave a cada componente, tomando como base a sua descrição.

Basicamente, na busca por componentes, o desenvolvedor fornece algumas palavras que ele julga pertinentes ao tipo de componente desejado. Estas palavras serão então procuradas na descrição de cada componente. Os componentes nos quais estas palavras foram encontradas irão dar origem a uma lista que será apresentada ao desenvolvedor.

Como já foi dito, esta técnica é bastante simples, porém, muitas vezes, ela apresenta ao desenvolvedor resultados ruins. Isto se deve a inúmeros fatores, tais como, tempos verbais, possíveis erros gramaticais, sinônimos, entre outros. Todavia, muitas vezes estes problemas podem ser facilmente contornados, pelos próprios desenvolvedores dos componentes ou pelos que estão a busca deles, os quais podem fornecer apenas a raiz da palavra, podem procurar pelos sinônimos das palavras, as descrições dos componentes podem passar por corretores ortográficos, entre outras opções.

Palavras Características

Esta técnica é bastante semelhante à anterior. A diferença presente nela é que a cada palavra que pode ser usada na busca é associado um peso. Para palavras que aparecem nas descrições de todos os componentes, e que, portanto, não são seletivas, é associado peso zero. Para palavras mais seletivas, pesos maiores são associados.

Durante a busca, é analisada a existência das palavras apresentadas pelos desenvolvedor que não têm peso zero nas descrições dos componentes. Para cada componente encontrado é associado um peso correspondente a soma dos pesos das palavras encontradas na sua descrição. Os componentes são apresentados aos desenvolvedores ordenados por seus pesos.

Certamente o resultado apresentado aos desenvolvedores irá conter componentes de maior relevância do que a técnica anterior. Porém, esta técnica possui algumas desvantagens, além das apresentadas na técnica baseada em palavras-chave. Entre estas desvantagens pode se apresentar a necessidade de se recalcular os pesos das palavras a cada componente inscrito no repositório, a necessidade de existência de um dicionário que contenha os pesos de cada palavra e os componentes associados a ela, entre outros.

Classificação Hierárquica

A classificação hierárquica tem como objetivo estruturar o repositório com base em alguns “temas”, e possivelmente sub-temas, nos quais os componentes seriam classificados.

Um dos problemas desta técnica é como classificar um componente ao inseri-lo no repositório, ou seja, sob qual tema ele será procurado e, portanto, deverá ser armazenado. Para resolver este problema, pode-se armazenar o componente sob diversos temas, sendo assim mais fácil de um desenvolvedor encontrá-lo. Porém, ainda será necessário que se imagine todos os temas nos quais será possível que um desenvolvedor busque por um componente.

Também não é recomendável que existam muitos componentes em cada tema terminal. Assim, para repositórios muito extensos, pode ser necessária a existência de muitos temas e sub-temas. Por outro lado, não é recomendável que o caminho (seqüência de temas e sub-temas) a ser percorrido para encontrar um componente seja muito longo, já que pode ser necessária a busca em mais de um caminho para encontrar o componente desejado.

Facetas

Esta técnica foi proposta por Prieto-Díaz e é um melhoramento da classificação hierárquica.

Pode-se imaginar que cada componente seja relacionado a diferentes aspectos, chamados de facetas por Prieto. A cada uma destas facetas, diversos termos são associados. No repositório, cada termo de cada faceta será associado aos componentes a que se referem.

Durante a busca, o desenvolvedor fornece os termos correspondentes ao que deseja encontrar para cada faceta. Serão retornados os componentes associados aos termos fornecidos, ordenados pelo máximo de termos no máximo de facetas.

O maior problema desta técnica é a dificuldade de determinar as facetas e os termos de cada faceta. Esta dificuldade é ainda agravada conforme o repositório cresce, tornando-se cada vez mais difícil estender a classificação. Isto porque, cada vez que um novo componente é inserido no repositório, novos termos têm de ser inseridos nas facetas e, con-

seqüentemente, todos os outros componentes deverão ser revisados para verificar se eles estão ou não relacionados com este novo termo.

A Escolha da Melhor Técnica

Como pode ser percebido, todas as técnicas têm vantagens e desvantagens e nenhuma delas é universalmente melhor. Para escolher qual delas utilizar, deve-se analisar cuidadosamente as necessidades e as possibilidades da organização, e a viabilidade e as características de cada técnica e de uma mistura delas. Só então, com todas estas informações em mãos, uma organização estará apta para escolher qual delas (ou quais delas) melhor se adapta(m) às suas necessidades.

2.7 Caracterização de Componentes

Para que se possa compreender, classificar, usar corretamente os componentes é essencial que sejam disponibilizadas algumas informações sobre eles, em outras palavras, é essencial que eles sejam caracterizados. Uma boa caracterização possibilita uma melhor catalogação dos componentes, melhor recuperação, uso e compreensão dos mesmos (Yacoub, Ammar, & Mili 1999; Werner & Braga 2000).

Foram propostas por Yacoub, Ammar, & Mili (1999) algumas informações para composição de uma boa caracterização de componentes. Segundo este autor, estas informações auxiliam na compreensão dos diferentes tipos de componentes que podem estar disponíveis, como eles estão envolvidos no ciclo de vida, como são reutilizados e que tecnologias são necessárias para sua adoção.

As informações para caracterização de componentes, propostas por Yacoub, Ammar, & Mili (1999), são classificadas em três categorias:

Descrição Informal Descreve questões dos componentes relacionadas às pessoas e engloba as seguintes informações:

- Idade: reflete a estabilidade e maturidade do componente;
- Fonte: refere-se à fonte fornecedora do componente (COTS - *Commercial Off The Shelf*, GOTS - *Government Off The Shelf*, ou ainda a própria organização);
- Nível de Reúso: descreve em quais fases do ciclo de vida o componente pode ser usado (fator fortemente influenciado pela natureza do componente, tratada nesta mesma seção, página 23);
- Contexto: descreve as situações nas quais o componente pode ser usado;

- **Propósito:** descreve o propósito para o qual este componente está sendo documentado (inclui o problema, ou conjunto de problemas, que o componente se propõe a resolver, ou participar da resolução);
- **Componentes Relacionados:** define outros componentes conhecidos que resolvam os mesmos problemas ou problemas similares.

Informação Externa Descreve as interações do componente com outros artefatos da aplicação ou com outras plataformas. Engloba os seguintes itens:

- **Interoperabilidade:** descreve como o componente interage com outros componentes do mesmo sistema, mostrando inclusive como ele deve ser invocado;
- **Portabilidade:** descreve como o componente interage com a plataforma, especificando também com quais plataformas o componente pode ser usado e como transportá-lo para outras plataformas;
- **Papel (Role):** identifica o que o componente fornece para os outros artefatos da aplicação e o que ele exige deles. Um componente pode desempenhar um papel ativo ou passivo. No primeiro caso, o componente afeta e é afetado por outros artefatos. No segundo, o componente é afetado ou invocado por outros artefatos. Esta informação é importante para que se determine qual componente está no controle da aplicação em um dado momento, facilitando a resolução de problemas de controle;
- **Fase de Integração:** refere-se a quando o componente é integrado ao sistema. Existem duas possibilidades para este item: integração em fase de desenvolvimento ou integração *run-time*. Na primeira o componente é inserido na aplicação e compilado com ela, enquanto que na segunda o componente é (des)carregado da aplicação *on-line*;
- **Frameworks de Integração:** algumas vezes, quando integrado a uma aplicação, o componente não interage diretamente com ela, mas sim através de um *framework*. Nestes casos, é preciso que se especifique o *framework* sobre o qual o componente está trabalhando;
- **Tecnologia:** especifica a tecnologia da qual o componente depende e as restrições tecnológicas para que ele seja desenvolvido e reutilizado. Vale lembrar que existem componentes que podem ser independentes de questões tecnológicas (es-

pecificações de requisitos, por exemplo), tornando-se, nestes casos, dispensável a apresentação desta informação;

- Características Não-Funcionais: para alguns tipos de componentes pode ser necessário especificar algumas características não-funcionais, tais como questões de segurança, de performance e de confiabilidade.

Informação Interna Descreve aspectos internos do componente, englobando:

- Natureza: determina em que fase do processo de desenvolvimento o componente pode ser usado. Geralmente, os componentes são classificados pela sua natureza nas seguintes categorias: Componentes de Especificação, Componentes de Projeto (princípio ou idéia de projeto como, por exemplo, *design patterns* (Gamma, Helm, Johnson, & Vlissides 1995)), Executáveis e Código-Fonte;
- Granularidade: classificação do componente com relação a algum tipo de granularidade, como, por exemplo, tamanho do componente;
- Encapsulamento: encapsulamento de decisões, sejam elas de projeto, implementação ou especificação;
- Aspecto Estrutural: descreve a estrutura interna do componente, ou seja, os itens que compõem um componente e como eles se relacionam. Esta característica é importante para macro-componentes, isto é, grandes componentes que envolvem outros menores;
- Aspecto Comportamental: define dois aspectos: como o componente reage a determinados conjuntos de atributos e como o componente responde a uma sequência de ações;
- Acessibilidade ao Código-Fonte: determina se o código-fonte do componente está disponível. Esta disponibilidade determina a acessibilidade e modificabilidade do componente.

2.8 Padrões e Critérios de Qualidade para Componentes

Como já foi citado anteriormente, é importante que os componentes sigam alguns padrões e obedeçam a alguns critérios de qualidade a fim de garantir a compreensibilidade e qualidade dos mesmos.

Segundo de Sá (1997), existem padrões e regras para código-fonte, estabelecidas por organizações comerciais e governamentais. Entre os tópicos abordados por essas regras e

padrões aparecem a independência de dados, a generalidade, a confiabilidade, a manutenibilidade, a portabilidade, a robustez, a complexidade, a legibilidade, a modularidade e a abstração de dados.

Porém, por não ser somente o reúso de código o objetivo de um programa de introdução do reúso de maneira efetiva na organização, todos os itens que serão alvo da reutilização devem ter regras e padrões estabelecidos para seu desenvolvimento. Desta maneira, será possível assegurar que todos os componentes do repositório atendem às expectativas e a demanda dos usuários. Além disso, esses padrões e regras estarão incentivando um desenvolvimento eficiente e promovendo a melhoria do processo de desenvolvimento (de Sá 1997).

Em um estudo de caso apresentado por de Sá (1997), foram estabelecidos os seguintes critérios mínimos de qualidade:

1. Critérios relacionados ao código:

- Qualidade da Documentação (documentação em conformidade com padrões estabelecidos para legibilidade, compreensibilidade e compatibilidade);
- Completitude (referência para todos os itens ou módulos necessários);
- Consistência (conformidade com padrões definidos e com as definições do usuário);
- Manutenibilidade (facilidade de modificação);
- Confiabilidade (baixa taxa de erros);
- Aplicabilidade (relevância do componente no domínio da aplicação).

2. Critérios relacionados a outros produtos do ciclo de vida:

- Passar por reuniões de inspeção;
- Ser relevante no domínio;
- Ser completo e independente de outros componentes do mesmo tipo.

3. Critérios relacionados ao conhecimento

- Ser relevante no domínio;
- Ser disponibilizado através de biblioteca.

2.9 Considerações Finais

Neste capítulo, foram abordados diversos aspectos, citados na literatura, envolvendo o reuso de componentes. Alguns destes aspectos são considerados na estratégia de implantação do reuso de componentes no processo de desenvolvimento de *software* desenvolvida neste trabalho.

Outro fator considerado nessa estratégia refere-se a dificuldade em implantar diversas mudanças de uma só vez na organização. Assim, tal estratégia propõe a introdução de melhorias no processo de desenvolvimento de *software* de uma maneira gradativa e contínua. Por esta razão, a melhoria contínua do processo de desenvolvimento de *software* é o tema abordado no próximo capítulo.

Capítulo 3

Melhoria de Processo de Desenvolvimento de Software

3.1 Considerações Iniciais

A implantação do reúso no processo de desenvolvimento de *software* envolve mudanças em diversos aspectos da organização, como processos, técnicas e até mesmo cultura organizacional. Assim, a estratégia para tal implantação apresentada neste trabalho propõe que a implementação de todas estas mudanças ocorra de maneira integrada, gradativa e contínua.

Existem diversos modelos que orientam as organizações para que as mesmas sejam bem-sucedidas na melhoria contínua de seu processo de desenvolvimento de *software*. O IDEAL, apresentado neste capítulo, é um desses modelos.

3.2 O Modelo IDEAL

O Modelo IDEAL foi desenvolvido pelo SEI (*Software Engineering Institute*) e:

- Permite que se compreenda qual é o estado atual do processo de desenvolvimento de *software*;
- Permite que se desenvolva uma visão do processo que se almeja alcançar (ou seja, a melhoria que se deseja implantar);
- Auxilia no estabelecimento de uma lista de ações, em ordem de prioridade, necessárias para se alcançar tal melhoria;

- Auxilia na geração de um plano para acompanhar as ações e alocação de recursos para a execução deste plano.

O IDEAL (versão 1.1) é um acrônimo que engloba cinco fases do ciclo de melhoria de processo de *software* (Fiats 2000):

Initiating (Inicialização): Nesta fase deve-se identificar os estímulos para as mudanças, estabelecer o contexto sob o qual o trabalho será realizado, assegurar o comprometimento dos patrocinadores e definir uma infra-estrutura;

Diagnosing (Diagnóstico): Nesta fase deve-se caracterizar dois estados da organização: o estado atual do processo de *software* e o estado futuro desejado para o processo de *software*. Deve-se também desenvolver recomendações relacionadas a como proceder nas atividades subseqüentes;

Establishing (Estabelecimento): Nesta fase deve-se desenvolver um plano detalhado do trabalho. São abordadas questões como prioridade de alterações, recursos disponíveis, responsabilidades, entre outras;

Acting (Ação): Nesta fase deve-se implementar o trabalho que foi contextualizado e planejado até o momento. Aborda questões como criação da solução, teste da mesma através de um projeto piloto, melhoria da solução baseada nos resultados dos testes efetuados e implementação da solução por toda a organização;

Leveraging (Lições): Nesta fase a experiência adquirida é revista para identificar quais metas definidas na fase de inicialização foram satisfeitas e como a organização pode implementar melhorias mais eficientemente no futuro. Esta fase contempla um dos objetivos do IDEAL - realizar a melhoria contínua na capacidade de implementação de mudanças.

3.3 Fases do Modelo IDEAL

Como citado anteriormente, o modelo IDEAL é composto por cinco fases, as quais são melhor detalhadas nas próximas seções. Na Figura 3.1 é apresentada a forma como estas fases estão dispostas a fim de obter a melhoria contínua objetivada pelo IDEAL.

Figura 3.1: O Modelo IDEAL (Gremba & Myers 1997)

3.3.1 Fase de Inicialização

Nesta fase é realizado um trabalho de preparação para a implantação da melhoria, sendo, portanto, uma fase crítica. A não completitude de suas atividades pode ser decisiva para o fracasso do processo de melhoria.

As atividades que compõem a fase de inicialização são (Gremba & Myers 1997; Fiats 2000):

Estímulo para Mudança São definidos os motivos, as necessidades de negócio que alavancaram as mudanças nas práticas da organização. Entre os possíveis estímulos aparecem eventos inesperados, ordens de superiores ou informações de *benchmarking*. Qualquer que seja, o estímulo pode ter grande influência na condução, visibilidade e sucesso dos esforços para mudança. Em geral, quando a necessidade de melhoria surge por razões de negócio são maiores as chances de sucesso, visto que é mais fácil convencer a organização, como um todo, de sua importância.

Estabelecer Contexto Identificados os estímulos para mudança, a gerência da organização deve estabelecer o contexto do trabalho que será realizado. Esta atividade envolve a definição de como os esforços se enquadram na estratégia de negócio da organização, quais metas e objetivos da organização serão satisfeitos, como serão afetadas outras iniciativas e trabalhos futuros, quais são os benefícios esperados, entre outras

questões. O contexto e as implicações do processo de melhoria serão melhor percebidos conforme os trabalhos forem encaminhados. No entanto, é importante que tais questões estejam definidas, da maneira mais clara possível, antes de iniciar os esforços.

Definir Patrocinador Um patrocinador efetivo é um dos fatores mais importantes do processo de melhoria. Sua função é ajudar a manter o compromisso nos momentos difíceis e, principalmente, no início do processo, quando a organização pode-se encontrar em uma situação de caos. Além disso, o patrocinador é responsável por garantir que os recursos essenciais estejam disponíveis durante a melhoria.

Fornecer Infra-Estrutura Uma vez que as razões para mudança e o contexto dos trabalhos estão definidos e os patrocinadores comprometidos com os esforços, faz-se necessária a definição de mecanismos para gerenciar os esforços de implementação - a infra-estrutura. Esta infra-estrutura pode ser temporária ou permanente, e seu tamanho e complexidade são fortemente dependentes da natureza da melhoria. Fornecê-la envolve desenvolver um contrato que documente e esclareça as expectativas, e descreva as responsabilidades.

3.3.2 Fase de Diagnóstico

Esta fase desenvolve uma maior compreensão do processo de melhoria a ser realizado através da caracterização de dois estados: atual e desejado. A partir desta caracterização são desenvolvidas recomendações de como proceder nas atividades subsequentes.

As atividades que compõem esta fase são (Grcmba & Myers 1997):

Caracterizar Estado Atual e Desejado Esta atividade é similar a identificar o início e o fim da jornada. A verificação do estado atual do processo é feita através de uma avaliação do mesmo, ou seja, através do levantamento de informações que descrevam a capacidade atual e real do processo. Como resultado desta avaliação tem-se os pontos fortes e fracos da organização, a partir dos quais são definidas as atividades cuja melhoria é prioritária (Fiats 2000). Para estabelecimento do estado desejado podem ser usados modelos de referência. Vale ressaltar que esta atividade deve estar focada nos elementos críticos relacionados à melhoria, e não em todos os aspectos da organização.

Desenvolver Recomendações Nesta atividade são desenvolvidas recomendações relativas à maneira como proceder nas atividades subsequentes. Por ser desempenhada, geral-

mente, por pessoas experientes ou especialistas, suas recomendações são fortemente consideradas nas decisões tomadas por gerentes e patrocinadores.

3.3.3 Fase de Estabelecimento

O objetivo desta fase é desenvolver um plano detalhado de trabalho. Com base nas recomendações advindas da fase anterior e nas restrições da organização, são definidas prioridades e uma abordagem que contemple estes fatores e prioridades. Por fim, são definidas e incorporadas ao plano de ação responsabilidades, prazos, produtos liberáveis e ações específicas.

Esta fase é composta pelas seguintes atividades (Gremba & Myers 1997):

Estabelecer Prioridades Esta atividade é responsável por desenvolver prioridades para os esforços de mudança, levando em consideração fatores como limitação de recursos, dependências entre atividades, fatores externos e prioridades globais da organização.

Desenvolver Abordagem A partir do maior conhecimento do escopo do trabalho (obtido com a fase de diagnóstico) e do conjunto de prioridades, pode-se definir uma abordagem de acompanhamento do trabalho e identificar a disponibilidade de recursos. Tal abordagem deve considerar fatores técnicos, como pormenores da instalação da nova tecnologia, novas habilidades e conhecimentos necessários para o uso da nova tecnologia, e fatores não-técnicos, como cultura organizacional, fontes de resistência, níveis de patrocínio e forças de mercado.

Planejar Ações Definida a abordagem, deve-se desenvolver um plano detalhado de implementação. Este plano deve conter cronograma, recursos, pontos de decisão, responsabilidades, mecanismos de acompanhamento, riscos, estratégias e quaisquer outros elementos requeridos pela organização.

3.3.4 Fase de Ação

Nesta fase, o trabalho que foi contextualizado e planejado nas fases anteriores, é implementado.

As atividades realizadas nesta etapa são (Gremba & Myers 1997):

Criar a Solução Esta atividade tem o objetivo de reunir e associar todos os elementos chave, tais como ferramentas, processos, conhecimentos, entre outros, a fim de criar a melhor solução destinada às necessidades organizacionais previamente definidas. Esta solução normalmente é criada por um grupo técnico.

Testar a Solução Uma vez criada, a solução deve passar por um teste piloto, visto que ela raramente funciona como planejado.

Refinar a Solução Uma vez testada, a solução deve ser modificada para refletir o conhecimento e as lições obtidas com o teste. Podem ser necessárias diversas iterações entre o processo de refinamento e o teste da solução, até que se alcance uma solução satisfatória. No entanto, deve-se ter cuidado para não se atrasar a implementação da solução, em busca de uma que seja perfeita.

Implementar a Solução Depois de testada e refinada, a solução está pronta para ser implementada na organização. Várias abordagens podem ser utilizadas para esta implementação, incluindo a abordagem *top-down* e a *just-in-time*. No entanto, deve-se considerar que nenhuma delas é universalmente melhor. Deve-se analisar a natureza da melhoria e das condições da organização e, baseando-se nesta análise, escolher a abordagem de implementação a ser utilizada.

3.3.5 Fase de Lições

A fase de Lições complementa o ciclo de melhoria. Por ser a melhoria contínua da capacidade de implementação de mudanças uma das metas do modelo IDEAL, nesta fase toda a experiência adquirida nas fases anteriores é revista a fim de se determinar o que foi alcançado, quais esforços atingiram suas metas e como a organização pode implementar melhorias mais eficientemente no futuro. Devido a esta fase, as informações de todo o ciclo do modelo IDEAL devem ser armazenadas.

Esta fase é composta pelas seguintes atividades (Gremba & Myers 1997):

Analisar e Validar Nesta atividade, as lições são coletadas, analisadas, resumidas e documentadas. Além disso, as necessidades de negócio estabelecidas inicialmente são revistas, a fim de se verificar se foram atingidas, e algumas questões devem ser respondidas, tais como:

- De que maneira os esforços cumpriram o propósito esperado?
- O que funcionou bem?
- O que pode ser feito mais efetivamente ou eficientemente?

Propor Ações Futuras Nesta atividade são desenvolvidas e documentadas recomendações baseadas na análise da atividade anterior. Propostas para melhorar a implementação de futuras mudanças são fornecidas aos patrocinadores.

3.4 *Considerações Finais*

Neste capítulo foi descrito o modelo IDEAL, cujo objetivo é fornecer uma abordagem sistemática para as atividades de adoção de melhorias, sejam elas ferramentas, métodos ou processos de Engenharia de *Software*, auxiliando e coordenando todas as etapas de implantação das mudanças.

A essência do modelo IDEAL, ou seja, a melhoria contínua e gradativa do processo, está incorporada na estratégia para implantação do reuso no processo de desenvolvimento de *software* proposta neste trabalho.

Além disso, também estão incorporados nessa estratégia fatores relacionados aos processos e atividades básicas que compõem o ciclo de vida do *software* descritos na norma NBR ISO/IEC 12207 que, por sua vez, é apresentada no capítulo a seguir.

Capítulo 4

A Norma NBR ISO/IEC 12207 - Processos de Ciclo de Vida de Software

4.1 Considerações Iniciais

A estratégia proposta neste trabalho para a implantação do reuso no processo de desenvolvimento de *software* procura incorporar as melhores práticas adotadas pela comunidade de *software*.

Neste sentido, a norma NBR ISO/IEC 12207, considerada um modelo de referência para capacitação de processos, é o tema abordado neste capítulo.

4.2 A Norma NBR ISO/IEC 12207

A NBR ISO/IEC 12207 é uma norma internacional utilizada por muitas organizações para alcançar um diferencial competitivo. Ela define um *framework* para os processos do ciclo de vida, processos estes aplicados nas atividades de aquisição, fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de produtos de *software*.

Esta norma agrupa os processos do ciclo de vida em três classes, representativas de sua natureza, ilustradas na Figura 4.1 e detalhadas a seguir:

Processos Fundamentais Os processos fundamentais referem-se às atividades essenciais do ciclo de vida do *software*, ou seja, às atividades de aquisição, desenvolvimento, operação e manutenção do *software*. Entre os processos fundamentais estão:

Processo de Aquisição: define as atividades do adquirente (organização que adquire um sistema, produto ou serviço de *software*), entre as quais estão as atividades

Figura 4.1: Processo do Ciclo de Vida do *Software* (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001)

de preparação e emissão de um pedido de proposta, a seleção de um fornecedor e a gerência do processo de aceitação do que foi contratado.

Processo de Fornecimento: define as atividades do fornecedor (organização que fornece o produto ao adquirente), entre as quais estão a confecção de uma proposta para responder ao pedido do adquirente, a assinatura do contrato de desenvolvimento e a determinação dos procedimentos e recursos necessários para o desenvolvimento contratado, além da gerência do mesmo.

Processo de Desenvolvimento: define as atividades do desenvolvedor (organização que define e desenvolve o produto de *software*), entre as quais estão a análise de requisitos, projeto, codificação, teste e a instalação dos produtos de *software*.

Processo de Operação: define as atividades do operador (organização que provê o serviço de operação do sistema computacional), entre as quais estão operação do produto de *software* e o suporte operacional aos seus usuários.

Processo de Manutenção: define as atividades do mantenedor (organização que provê os serviços de manutenção do *software*), entre as quais estão modificações no código (e na sua respectiva documentação) devido à problemas, à necessidade de melhoria ou à adaptação do *software*, depois de entregue ao adquirente.

Processos de Apoio São processos que auxiliam e contribuem para o sucesso e qualidade do projeto de *software*. Os processos desta classe são:

Processo de Documentação: define as atividades para registrar as informações produzidas por um processo ou atividade do ciclo de vida. Entre estas atividades estão o planejamento, projeto, desenvolvimento, produção, edição, distribuição e manutenção dos documentos necessários a todos os interessados (como gerentes, engenheiros e usuários do sistema ou produto de *software*).

Processo de Gerência de Configuração: define atividades para aplicação de procedimentos administrativos e técnicos, por todo o ciclo de vida de software, destinados a identificar e definir os itens de *software* em um sistema e estabelecer suas linhas básicas (*baseline*), controlar as modificações e liberações dos itens, registrar e apresentar a situação dos itens e dos pedidos de modificação, garantir a completeza, a consistência e a correção dos itens e controlar o armazenamento, a manipulação e a distribuição dos itens de *software*.

Processo de Garantia de Qualidade: define atividades que garantam a qualidade de processos e produtos de *software*, ou seja, garantam que estes estão em conformidade com seus requisitos e com os planos estabelecidos.

Processo de Verificação: define atividades para verificação dos produtos de *software*, ou seja, atividades para determinar se os produtos de *software* atendem completamente os requisitos e padrões para ele estabelecidos.

Processo de Validação: define atividades para validação dos produtos produzidos pelo projeto de *software*, isto é, atividades para determinar se o produto final (sistema ou *software*) atende aos requisitos funcionais estabelecidos, ou ainda, se o produto realiza a função esperada.

Processo de Revisão Conjunta: define atividades para avaliar a situação e os produtos de uma atividade de um projeto. As revisões são feitas tanto no nível de gerenciamento do projeto quanto no nível técnico.

Processo de Auditoria: define atividades para determinar adequação aos requisitos, planos e contrato.

Processo de Resolução de Problemas: define atividades para analisar e resolver problemas de qualquer natureza. Seu objetivo é fornecer meios (em tempo adequado e de forma responsável e documentada) para garantir que todos os problemas encontrados sejam analisados e resolvidos, e que tendências sejam identificadas.

Processos Organizacionais São utilizados para estabelecer e implementar uma estrutura de processos e pessoal associados a eles em uma organização.

Os processos desta classe são:

Processo de Gerência: utilizado por quaisquer uma das partes envolvidas, o processo de gerência define atividades genéricas para o gerenciamento de produto, de projeto e de tarefa(s) do(s) processo(s) envolvidos na construção do *software*.

Processo de Infra-estrutura: define as atividades para estabelecimento e manutenção da infra-estrutura necessária aos processos, incluindo *hardware*, *software*, técnicas e padrões, entre outros.

Processo de Melhoria: define as atividades para que uma organização possa estabelecer, avaliar, medir, controlar e melhorar o processo de ciclo de vida do *software*. Vale lembrar que pode-se chamar de organização o adquirente, o fornecedor, o desenvolvedor, o operador, o mantenedor e o gerente de processo.

Processo de Treinamento: define as atividades para prover e manter um pessoal com boa capacitação, ou seja, conhecimento e qualificação. É importante que o treinamento seja planejado e realizado com antecedência para que o pessoal com a qualificação necessária ao desenvolvimento do projeto esteja disponível no momento adequado.

Adaptação Define as atividades necessárias para adaptar a norma para sua aplicação na organização ou em projetos. Esta adaptação deve ter como base os fatores que diferenciam as organizações e projetos de outros, como a estratégia de aquisição, modelos de ciclo de vida e cultura organizacional.

A norma é, portanto, flexível, permitindo que as escolhas fiquem à critério dos seus usuários, feitas com base no estado da arte da tecnologia ou em suas necessidades particulares.

É importante ressaltar também que esta norma provê os requisitos para um conjunto compreensivo e integrado de processos dentro de todo o ciclo de vida, no qual cada processo é construído dentro do ciclo do PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) cujo objetivo principal é a melhoria contínua e gradativa do processo (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001).

4.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram descritos diversos processos considerados na norma NBR ISO/IEC 12207 como parte integrante de um ciclo de vida que resulte em produtos de qualidade. Entre estes processos estão Documentação, Verificação e Gerenciamento

de Configuração de *Software*, considerados básicos na estratégia de implantação do reuso no processo de desenvolvimento de *software* proposta neste trabalho.

Desta maneira, no Capítulo 5 serão apresentadas algumas considerações sobre a documentação de *software*.

Capítulo 5

Documentação de Software

5.1 Considerações Iniciais

A existência de uma boa documentação é um fator muito importante para o processo de desenvolvimento de *software* baseado em componentes, visto que ela é útil durante a avaliação e uso dos componentes.

Por esta razão, neste capítulo são apresentadas diversas considerações referentes ao processo de construção e disponibilização de documentações de qualidade.

5.2 Documentação de Software

A documentação de *software* é uma atividade extremamente importante no processo de desenvolvimento cuja finalidade é retratar fielmente a evolução do *software*.

Segundo Blanqui (1997), a “documentação é crítica para o sucesso no desenvolvimento de um *software* complexo. ... Mas, acima de tudo, a documentação é necessária durante a manutenção, o reúso, a evolução, ou na melhoria do *software*, já que estas atividades são geralmente executadas por pessoas que não estiveram envolvidas no seu desenvolvimento”.

Para Parnas & Madey (1995), a documentação deve ser tida como pelo menos tão importante quanto o *software*, “se existe uma boa documentação, o produto de *software* pode ser revisado e substituído com relativa facilidade; sem uma boa documentação, o produto de *software* tem seu valor questionável a longo prazo”.

Uma documentação bem elaborada pode trazer ainda outros benefícios (Phoha 1997; da Rocha, Maldonado, & Weber 2001; Blanqui 1997):

- Redução do tempo e esforço despendidos na construção do *software*;

- Facilidade de localização das informações e de compreensão das estruturas do *software*;
- Facilidade e eficiência no uso do *software* pelos usuários;
- Permite que atividades como avaliação e modificação do *software* possam ser realizadas sem maiores dificuldades;
- permite que outras pessoas, não participantes do processo de construção do *software*, tenham acesso às decisões dos desenvolvedores, a como o produto foi construído, possam utilizar componentes previamente construídos e descritos na documentação, ou simplesmente aproveitar a experiência que nela foi retratada.

No entanto, tradicionalmente, pouca atenção tem sido dedicada a esta atividade, gerando documentos incompletos, imprecisos e até mesmo incorretos. Embora muitos engenheiros reconheçam a importância de uma documentação bem construída, em muitas organizações a documentação é tida como uma tarefa burocrática, desagradável, exigente e que toma muito tempo e energia. Estima-se que 20% a 30% do tempo despendido no desenvolvimento de *software* seja utilizado na confecção da documentação (Parnas & Madcy 1995; da Rocha, Maldonado, & Weber 2001). Esta pouca atenção despendida à documentação se torna preocupante visto que (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001; Blanqui 1997; Andexer 1998):

- Documentos mal elaborados, incompletos, inadequados atrapalham a manutenção do *software*;
- Documentos contendo informações incorretas degradam a utilidade do *software*;
- Uma documentação de baixa qualidade pode dificultar o aprendizado do sistema;
- Documentos imprecisos e incompletos podem levar os desenvolvedores a fazerem suposições e, possivelmente, introduzirem erros no *software*.

Diante disso, esforços têm sido empregados na tentativa de modificar a visão que os desenvolvedores têm sobre documentação, fazendo, assim, com que eles passem a desenvolver documentos de melhor qualidade. Neste contexto, organizações como a ISO e a ANSI têm proposto que o gerenciamento da documentação seja tratado como mais um processo do ciclo de vida - o Processo de Documentação.

5.3 Processo de Documentação

O Processo de Documentação é um processo de engenharia que se preocupa com o planejamento, projeto, produção e manutenção dos documentos produzidos durante o processo de desenvolvimento do *software*. Na Figura 5.1 podem ser vistos alguns dos processos estabelecidos pela NBR ISO/IEC 12207 e alguns dos documentos neles envolvidos, cujo tratamento é de responsabilidade do processo de documentação (Hilera, González, Gutiérrez, & Martínez 1998; da Rocha, Maldonado, & Weber 2001).

As seguintes fases compõem o processo de documentação de *software*: (1) Implementação do Processo, (2) Projeto e Desenvolvimento, (3) Produção e (4) Manutenção (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001). Tais fases serão descritas, respectivamente, nas Seções 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 e 5.3.4.

5.3.1 Implementação do Processo

O objetivo desta fase é estudar os requisitos dos documentos a serem desenvolvidos. Este estudo deve dar origem a um “Plano de Documentação” contendo os tipos de documentos a serem construídos, a tecnologia a ser utilizada, a seqüência de operações para produção e distribuição dos documentos, e a linguagem a ser utilizada para indexação e referência.

As atividades que compõem esta fase, nesta seqüência, são: (1) Identificação dos requisitos da documentação, (2) Definição dos documentos e suas relações, (3) Estabelecimento da organização dos documentos, (4) Elaboração de um plano de produção e distribuição, (5) Elaboração de um plano de definição da linguagem dos documentos e (6) Estudo de diferentes alternativas tecnológicas.

Na Figura 5.1, são apresentados diversos documentos que podem ser identificados na atividade (2) desta fase. Para cada um destes documentos, diversas informações devem ser fornecidas: título, propósito, autor, *cronograma* para versões intermediárias, entre outras.

Vale ressaltar a importância da linguagem a ser usada na documentação, pois ela irá facilitar o trabalho do pessoal envolvido com a produção do *software*, os quais precisarão, constantemente, consultar os documentos elaborados. Nela devem ser identificados os termos de referência e indexação a fim de facilitar a localização dos documentos a serem consultados ou modificados.

Hilera, González, Gutiérrez, & Martínez (1998) também apresentam um processo de documentação composto por fases, bastante semelhante ao apresentado por da Rocha, Mal-

Figura 5.1: O Processo e Alguns Documentos Envolvidos no Ciclo de Vida do *Software* de Acordo com a NBR ISO/IEC 12207 (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001)

donado, & Weber (2001). Segundo o processo estabelecido por Hiler, González, Gutiérrez, & Martínez (1998), a atividade de indexação é tida como uma fase do processo, cujo obje-

tivo é analisar o conteúdo dos documentos, identificar os termos de indexação/referência, estabelecer *hyperlinks* (referência cruzada) e validar os índices produzidos. Ainda neste processo, a sequência de fases é: (1) Planejamento da Documentação, (2) Projeto da Documentação, (3) Produção da Documentação, (4) Indexação da Documentação e (5) Exploração e Manutenção da Documentação.

5.3.2 Projeto e Desenvolvimento

Depois de definida a maneira como os documentos serão construídos, passa-se para a descrição dos aspectos exigidos para a produção de cada documento, envolvendo desde a sua estrutura interna até a sua apresentação para o usuário final. Todos os documentos devem ser projetados de acordo com os padrões de documentação, tal como formato, numeração de páginas, localização de tabelas e figuras, entre outros. Além disso, todos os documentos devem ser editados e revisados de acordo com os padrões citados, sendo sua emissão dependente da aprovação formal do pessoal responsável pela sua revisão.

A sequência de operações que compõem esta fase é: (1) Projeto da estrutura dos documentos, (2) Projeto do comportamento dinâmico dos documentos, (3) Incorporação dos aspectos de hipermídia ao projeto, (4) Projeto da apresentação dos documentos e (5) Revisão do plano de produção e distribuição dos documentos.

5.3.3 Produção

Esta fase tem como objetivo gerar os documentos de acordo com o projeto previamente estabelecido. Os documentos devem ser construídos contendo as informações geradas no processo de desenvolvimento e seguindo os padrões definidos na fase anterior. Além disso, documentos mais importantes devem ser armazenados de acordo com os requisitos de retenção, segurança, manutenção e *backup*.

Nesta fase, as seguintes atividades devem ser executadas: (1) Preparar o ambiente de produção, (2) Produzir e revisar os documentos, (3) Conceber a identificação dos documentos e (4) Liberar (publicar) os documentos.

5.3.4 Manutenção

Esta fase preocupa-se com as mudanças nos documentos. Mais especificamente, ela trata das tarefas relacionadas à modificação controlada de documentos, à destruição de documentos obsoletos e ao armazenamento de documentos em arquivos para que façam parte do “patrimônio documental da organização” (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001).

As atividades desta fase são: (1) Efetuar a manutenção dos documentos e (2) Armazenar e Eliminar documentos.

Vale lembrar que as alterações em documentos sob controle de configuração devem seguir os passos estabelecidos no gerenciamento de configuração

5.4 Características de uma Documentação Efetiva

Segundo Andexer (1998), existem algumas características que devem estar presentes em uma documentação de qualidade:

Modularidade Sistemas modulares precisam de uma documentação também modular;

Precisão e Completude As informações contidas em uma documentação serão utilizadas na construção e manutenção do *software*. Quando esta documentação não é precisa ou não está completa, os desenvolvedores podem fazer suposições para preencher os detalhes ausentes, podendo, assim, introduzir erros no sistema. Como um outro agravante, tem-se o fato de que estes erros serão de difícil detecção visto que a validação do *software* será feita com base na mesma documentação;

Atualizada Uma documentação desatualizada pode levar os desenvolvedores a não mais utilizarem-na, na melhor das hipóteses, levá-los a cometerem erros, dificultar a compreensão do *software* ou ainda aumentar o seu tempo de desenvolvimento, visto que as informações nela contidas não correspondem à realidade;

Verificável A documentação deve ser efetivamente verificada/revisada em revisões técnicas formais;

Padronizada A documentação de um sistema deve ser integrada, formando um conjunto coeso de manuais, nos quais informações relevantes podem ser facilmente acessadas. Uma documentação padronizada deve ser consistente na sua apresentação e na sua acessibilidade, permitindo uma redução no tempo gasto pelos desenvolvedores para se familiarizarem com diferentes estilos;

Mesmo Conjunto de Documentos Para Cada Passo do Processo Utilizar o mesmo conjunto de documentos para cada passo do processo de desenvolvimento faz com que a documentação seja menor e, através do seu uso repetitivo, permite que se encontre mais erros e motiva a remoção destes erros.

5.5 Um Padrão Para Documentação

Segundo Phoha (1997), a padronização da documentação pode reduzir o tempo e esforço despendido na construção do *software*, aumentar a sua portabilidade e auxiliar os usuários na sua compreensão.

Não existem padrões universalmente aceitos para a documentação de *software*. Porém, existe um padrão para documentação de *software* científico e de engenharia - o ANSI/ANS 10.3-1995 *Standard for Documentation of Computer Software*, cujo objetivo é “encorajar uma melhor comunicação entre o desenvolvedor e o usuário, e facilitar uma seleção, uso, transferência, conversão e modificação efetiva do *software*” (Phoha 1997). Este padrão faz recomendações quanto ao conteúdo da documentação e sugere a sua separação em quatro categorias:

Resumo Contém um resumo dos principais propósitos e capacidades do *software*, provendo informação suficiente para possibilitar uma fácil decisão de se o *software* satisfaz as necessidades do usuário;

Informação da Aplicação Resume o problema que o *software* se propõe a solucionar e especifica como utilizá-lo. Esta categoria também é responsável por mostrar como recuperar a aplicação quando ela tem problemas, como reiniciá-la e como interagir com ela;

Definição do Problema (Definição Funcional) Esta categoria descreve todos os modelos matemáticos e algoritmos utilizados no programa. Também contém uma descrição detalhada de como o problema pode ser resolvido pelo *software*, incluindo limites de capacidade e processamento de dados;

Informação do Programa Relata a linguagem em que o *software* foi desenvolvido, detalhes relativos à sua portabilidade, descreve os tipos de dados utilizados, os requisitos de implementação e os comandos de controle para instalação, entre outras informações.

5.6 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados diversos aspectos envolvendo a preparação e disponibilização de uma documentação de *software* de qualidade.

A documentação é um dos processos considerados na norma NBR ISO/IEC 12207 como parte integrante de um ciclo de vida que resulte em produ-

tos de qualidade e, portanto, é abordada na estratégia para implantação do reúso proposta neste trabalho.

Um outro processo também considerado na norma é o processo de verificação, incorporado na estratégia anteriormente citada através da realização de revisões técnicas formais. Estas revisões, são, portanto, o tema do próximo capítulo.

Capítulo 6

Revisão Técnica Formal

6.1 Considerações Iniciais

A qualidade dos componentes é um fator importante para que o reuso traga benefícios consideráveis para a organização. Desta maneira, é preciso que o processo de desenvolvimento possua atividades para analisar se os componentes atendem aos requisitos e padrões para eles estabelecidos.

Na estratégia para implantação do reuso proposta neste trabalho, a atividade responsável por esta verificação é a revisão técnica formal, que é o assunto abordado neste capítulo.

6.2 Revisões Técnicas Formais

Durante o ciclo de desenvolvimento de *software*, diversos artefatos são produzidos: especificação de requisitos, projeto de dados, código, manual do usuário, entre outros. A fim de garantir que a equipe de desenvolvimento está trabalhando com documentos contendo ao menos a qualidade mínima esperada, tais artefatos devem ser alvo de revisões técnicas formais.

As revisões técnicas formais (RTF) são realizadas pelos engenheiros de *software* e tem como objetivo, segundo Pressman (1997):

- Descobrir erros de função, lógica ou implementação em qualquer representação do *software*;
- Verificar se o *software* sob revisão está de acordo com os requisitos para ele pré-estabelecidos - Validação;

- Garantir que o *software* está sendo construído de uma maneira uniforme e de acordo com os padrões da organização - Verificação;
- Fazer com que os projetos sejam mais gerenciáveis.

Além disso, como geralmente são executadas por um grupo de pessoas, as revisões representam um meio útil de compartilhamento de informações e técnicas relacionadas a vários aspectos do *software*, podendo ser, até mesmo, um espaço de treinamento para os engenheiros juniores (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001). As revisões permitem ainda que se mantenha um *backup* do projeto e promovem a sua continuidade, visto que diversas pessoas se familiarizam com o *software*, e possibilitam a remoção de defeitos antes do final do ciclo de vida, o que normalmente tem um custo menor (Pressman 1997). Na Tabela 6.1 é apresentada a diferença entre os custos de cada fase do desenvolvimento de *software* realizado com e sem a execução de revisões técnicas formais. Entretanto, por terem a sua execução dependente do esforço humano, tal atividade pode ser afetada por questões não-técnicas, tais como revisores com diferentes níveis de especialização, desmotivação, subjetividade do termo “importante” e envolvimento de questões políticas ou pessoais (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001).

Vale lembrar que antes de se realizar as avaliações é necessário que se estabeleça quais são os requisitos de qualidade que devem estar presentes nos produtos de *software* e nas atividades que os constroem, e como eles serão medidos. Existem diversos modelos de qualidade que auxiliam estas atividades. Entre eles pode-se citar o Modelo de MCCALL e o Modelo da HEWLETT-PACKARD, cujas descrições podem ser encontradas em (Pressman 1994). Porém, é válido ressaltar que os requisitos de qualidade e sua maneira de medição não precisam, e não devem, ser necessariamente os mesmos descritos nos modelos existentes na literatura. É preciso que cada organização avalie as suas necessidades e possibilidades a fim de definir quais requisitos serão exigidos e como eles serão medidos.

6.3 A Reunião de Revisão

As revisões são conduzidas em reuniões planejadas e controladas, envolvendo de três a cinco participantes e durando, no máximo, duas horas. Além disso, cada reunião deve focar apenas uma pequena parte do *software*, tendo assim uma maior probabilidade de encontrar erros (Pressman 1994).

Tipicamente, o desenvolvedor de um produto, assim que o termina, solicita a sua revisão ao líder do projeto. Este, por sua vez, passa o produto a um líder de revisão, responsável

Erros Encontrados	Número	Custo da Unidade	Total
Desenvolvimento Com Revisão			
Durante o Projeto	22	1.5	33
Antes do Teste	36	6.5	234
Durante o Teste	15	15	315
Depois da Liberação	3	67	201
			<u>783</u>
Desenvolvimento Sem Revisão			
Antes do Teste	22	6.5	143
Durante o Teste	82	15	1230
Depois da Liberação	12	67	804
			<u>2177</u>

Tabela 6.1: Comparação de Custo de Desenvolvimento (Pressman 1997)

por avaliá-lo, estabelecer uma agenda para a reunião, marcar a reunião, produzir cópias do produto e distribuí-las aos demais revisores para que estes possam analisá-lo previamente e se preparar para a reunião (espera-se que esta preparação leve entre uma e duas horas). Devem participar da revisão o seu líder, o desenvolvedor do produto avaliado e alguns outros revisores.

A reunião deve começar com uma breve discussão da agenda e uma introdução do produto a ser avaliado. Um dos revisores deve possuir a responsabilidade de anotar todas as questões importantes discutidas. Depois da introdução do produto deve-se explicar o material apresentado e levantar os problemas encontrados pelos revisores durante sua preparação. Todos os problemas que forem validados devem ser anotados. No final da reunião o produto pode ser aceito sem modificação, rejeitado por possuir erros graves ou aceito provisoriamente. Este processo está ilustrado na Figura 6.1.

6.4 Diretrizes para Realização da Reunião

Existem algumas diretrizes que guiam a execução de uma revisão. Tais diretrizes devem ser previamente estabelecidas, todos os revisores devem ter conhecimento de sua existência e concordar com o que por elas for definido. A seguir, estão listadas algumas destas diretrizes (Pressman 1997):

1. Revisar o produto e não o produtor.

Uma revisão deverá apontar problemas em um produto, podendo, portanto, causar algum desconforto em seu desenvolvedor. Assim, recomenda-se que os problemas

Figura 6.1: Reunião de Revisão de *Software*

sejam apontados de maneira gentil, construtiva, sendo responsabilidade do líder da revisão conduzi-la de maneira a manter o tom e atitude apropriados.

2. Fixar e manter uma agenda.

O líder da revisão é responsável por manter o cronograma estabelecido para a reunião, “chamando a atenção” das pessoas quando necessário.

3. Limitar o debate e a refutação.

Quando não houver consenso sobre determinada questão, ela deve ser anotada para uma futura discussão (*off-line*), não permitindo que o assunto se prolongue e comprometa o andamento da reunião.

4. Enunciar as áreas problemáticas, mas não tentar resolvê-las.

O objetivo da revisão é apenas encontrar os problemas presentes nos produtos. Cabe ao desenvolvedor, com ou sem ajuda de outros, solucioná-los após o término da reunião.

5. Fazer anotações por escrito.

É recomendado que o revisor responsável pelas anotações as faça de maneira que seus colegas tenham acesso a elas (em um quadro negro, por exemplo).

6. Limitar o número de participantes e insistir em uma preparação antecipada.

A participação de mais de uma pessoa na revisão certamente resultará em uma revisão mais completa do que uma realizada individualmente. Porém, o excesso de participantes pode tumultuar a reunião e, desta maneira, prejudicá-la. Deve-se manter o número de participantes no mínimo necessário e solicitar deles comentários a respeito do produto a ser revisado a fim de obter uma indicação de que o participante se preparou para a reunião.

7. Desenvolver um *checklist* para cada produto a ser avaliado.

Esta lista de conferência irá facilitar a condução da reunião e irá permitir que os revisores estejam atentos às questões mais relevantes.

8. Alocar os recursos necessários e estabelecer um cronograma para as reuniões.

Para que as revisões sejam eficientes, elas devem estar estruturadas como tarefas do processo de desenvolvimento e devem, portanto, ter um tempo reservado, considerando sempre a possibilidade de ocorrerem modificações em função dos seus resultados.

9. Realizar um treinamento significativo com os revisores.

É importante que os revisores tenham um treinamento formal que aborde questões relativas ao processo e ao lado psicológico das reuniões.

10. Rever suas antigas revisões.

Esta atividade permitirá que se descubra problemas no processo de revisão.

6.5 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os objetivos das revisões técnicas formais, além de algumas diretrizes para sua execução.

As revisões são muito importantes no contexto da estratégia para implantação do reuso proposta neste trabalho visto que elas são responsáveis pela verificação dos componentes. Vale ressaltar que a verificação é um dos processos considerados na norma NBR ISO/IEC 12207 como parte integrante de um ciclo de vida que resulte em produtos de qualidade.

Essa norma possui ainda um outro processo que também foi considerado na estratégia citada e que é o tema do próximo capítulo - a gerência de configuração de *software*.

Capítulo 7

Gerenciamento da Configuração de Software

7.1 Considerações Iniciais

Durante o desenvolvimento de componentes de *software*, muitas informações são produzidas e armazenadas em diversos documentos. Com o progresso na construção dos componentes, ou mesmo com o seu reuso, mudanças nestes documentos são inevitáveis. Quando estas mudanças não são analisadas previamente, registradas e reportadas aos que precisam conhecê-las, o processo de construção do *software* pode-se tornar caótico.

Assim, o gerenciamento de configuração de *software* (*software configuration management* - scm), cujo objetivo principal é o controle das alterações e das versões dos documentos, é também um processo considerado na estratégia para implantação do reuso proposta neste trabalho e, portanto, é descrito neste capítulo.

7.2 Gerenciamento de Configuração de Software

Segundo Pressman (1997), o “gerenciamento de configuração de *software* é uma atividade “guarda-chuva” aplicada durante o processo de *software*. Devido às mudanças que podem ocorrer a qualquer momento, as atividades de SCM são desenvolvidas para (1) identificar alterações, (2) controlar as alterações, (3) garantir que as alterações estão sendo implementadas apropriadamente, e (4) reportar as alterações aos que possam ter algum interesse. ... SCM pode ser visto como uma atividade de garantia de qualidade de *software* que é aplicada por todo o processo de *software*”.

Durante o processo de construção do *software*, como já foi citado, o volume de informações produzidas é realmente alto, tornando inviável a manutenção de toda a documentação sob gerenciamento. Assim, alguns documentos, considerados mais importantes, devem ser selecionados e passar a ser chamados de itens da configuração de *software*, sendo a coleção de todos os itens selecionados a chamada configuração de *software*. Vale lembrar que os itens da configuração podem ser um produto de *software* (programas, procedimentos, manual do usuário, entre outros) ou um produto do desenvolvimento do *software* (descrição de processos, cronogramas, planos, por exemplo). Na Figura 7.1 é ilustrada a produção de informações pelo processo de desenvolvimento e a seleção de algumas destas informações para terem suas alterações controladas pelo Gerenciamento de Configuração de *Software*.

Como o processo de construção de *software* é bastante dinâmico, é preciso que exista um processo de controle de alterações que não prejudique o fluxo de trabalho, não burocratizando a realização de mudanças justificáveis. Para este propósito surgiram as *baselines*, ou linhas de referência, que são pontos bem definidos no ciclo de desenvolvimento nos quais os itens sob gerenciamento serão identificados, analisados, corrigidos, aprovados e armazenados em um repositório sob controle de acesso (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001). Estas linhas de referência podem ocorrer ao final de cada fase do ciclo de desenvolvimento, ou em outros momentos definidos pela gerência. Após a passagem de um item da configuração por uma linha de referência, ele é considerado “*baselined*”. Os itens “*baselined*” somente poderão ser alterados mediante aprovação formal de uma solicitação de mudança feita ao gerente de configuração, evitando assim inconsistências no repositório.

Para se trabalhar com itens sob gerenciamento de configuração é utilizado o método *check-in/check-out*, ou conferência na entrada/conferência na saída. Quando for necessária a alteração de um item da configuração, após a aprovação da sua solicitação de mudança, uma cópia do item será colocada na área de trabalho do desenvolvedor, na qual ele tem total liberdade de trabalho (*check-out*). A partir de então, nenhum outro desenvolvedor será autorizado a realizar alterações no mesmo item. Após o término das alterações, o item sofrerá uma nova revisão e, se aprovado, o item será recolocado no repositório (*check-in*) e uma nova configuração será formada e congelada no mesmo. A partir deste momento, o item estará liberado para outras alterações (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001). Na Figura 7.2 é ilustrado o processo de alteração de um item sob Gerenciamento de Configuração de *Software*.

Figura 7.1: Gerenciamento de Configuração de Software

7.3 Atividades do Gerenciamento de Configuração

O processo de gerenciamento de configuração possui diversas atividades, as quais serão descritas a seguir, segundo apresentado por da Rocha, Maldonado, & Weber (2001), Pressman (1997), Pacheco (1997) e Berlack (1992).

7.3.1 Implementação do Processo

As atividades de implementação e administração da configuração de *software* deverão ser documentadas em um plano de gerência de configuração. Neste plano também devem aparecer informações relativas a como, quando e quem executará as atividades de controle da configuração e quais serão os recursos necessários para sua execução.

É recomendado que o plano de gerência de configuração seja desenvolvido de acordo com as particularidades de cada organização, levando em consideração seus objetivos, metas, estratégias e alternativas. No entanto, existem diversos modelos de plano de gerência de configuração (*IEEE Standard for Configuration Management Plans*, *NASA Software Configuration Management Plan Item Description*, entre outros) que podem ser estudados a fim de que se tome como base aquele que mais se adequar as características particulares da organização.

Figura 7.2: Check-In/Check-Out

7.3.2 Identificação da Configuração

Após a definição de como se dará a implementação do processo de gerência de configuração é preciso que se identifique quais serão os itens que irão ser gerenciados, ou seja, deve-se realizar a identificação da configuração.

Nesta atividade deve-se, em primeiro lugar, seleccionar os documentos a serem colocados sob gerência. Vale lembrar que esta escolha deve ser realizada de maneira a restringir o volume de informações a ser gerenciado, evitando assim uma super-documentação que onere o processo de gerência e burocratize demais o processo de desenvolvimento de *software*. Normalmente, são seleccionados os itens mais usados no ciclo de vida, os mais genéricos, os projetados para reuso, os alterados por mais de um desenvolvedor e os de maior importância para a segurança do sistema (Berlack 1992). Pressman (1997) recomenda que os documentos de especificação do sistema, plano de projeto de *software*, especificação de

projeto, programa executável, entre muitos outros, façam parte da configuração de *software*¹.

Depois de selecionados os itens que comporão a configuração de *software*, deve-se identificar as relações existentes entre eles, facilitando assim a localização dos itens afetados por uma alteração. Para esta tarefa, consideram-se cinco classes de relacionamento: (1) Equivalência, (2) Dependência, (3) Derivação, (4) Sucessão e (5) Variante.

Depois de escolhidos e relacionados, os itens deverão ser renomeados com base em um esquema de identificação. Este esquema deve atribuir nomes exclusivos aos itens, permitindo que seja possível identificar a evolução de suas versões e a hierarquia presente.

Assim que o esquema de identificação estiver estabelecido, deve-se planejar as linhas de referência e definir quais itens serão revisados e armazenados em cada uma delas.

Por fim, deve-se descrever como os itens serão arquivados e recuperados do repositório.

7.3.3 Controle da Configuração

Dois controles básicos são realizados no processo de gerência da configuração: o controle de mudanças e o controle de versões.

Controle de Mudanças

O mecanismo de controle de mudanças deve ser uma combinação de procedimentos humanos e ferramentas automatizadas de maneira a assegurar que as alterações em um *software* sejam realizadas de modo controlado e que o seu efeito para todo o sistema possa ser previsto.

Os procedimentos que compõem esta atividade devem permitir que:

- Pedidos de alteração sejam considerados em conjunto;
- Pedidos similares sejam agrupados;
- Pedidos incompatíveis entre si ou com outros do sistema sejam identificados;
- Prioridades sejam atribuídas aos pedidos e que cronogramas sejam gerados de acordo com a prioridade estabelecida.

Na Figura 7.3 é apresentado um processo de controle de mudanças para itens que já tenham passado por uma linha de referência.

¹Em (Pressman 1997) pode ser encontrada a lista completa dos documentos recomendados pelo autor para comporem a configuração de *software*.

Figura 7.3: Processo de Controle (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001)

Controle de Versões

Durante o ciclo de desenvolvimento, as informações e produtos evoluem até que atinjam um estado em que satisfaçam os requisitos exigidos pelo usuário. Quando estas informações e produtos estão sob controle de configuração, ou seja, são itens da configuração, suas alterações geram novas versões, todas devidamente armazenadas e identificadas.

É conveniente que as versões sejam identificadas por esquema feito em forma de árvore, o qual permite a existência de ramificações a partir de qualquer versão, a manutenção de um histórico das versões e identificação única de cada uma delas.

Devido ao grande volume de alterações que podem ser necessárias, o espaço ocupado pelo armazenamento integral de todas as versões de todos os itens da configuração tornaria inviável a realização deste controle. Por isso utiliza-se o conceito de delta no armazenamento das versões (cujo objetivo é minimizar o espaço ocupado por elas) (Ambriola, Bendix, & Ciancarini 1990; da Rocha, Maldonado, & Weber 2001):

Delta Negativo Armazena-se integralmente a versão mais recente e as diferenças (deltas) existentes até a versão mais antiga:

da *web*), todas de domínio público. Mais informações sobre suas características particulares podem ser encontradas, respectivamente, em Yamashiro et al. 1996, Cederqvist et al. 1992, Harper 2001 e Soares et al. 2001.

7.3.4 *Relato da Situação*

É importante que todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento e manutenção do *software* trabalhem com uma documentação atualizada, correspondente à realidade, e que tenham acesso ao histórico de alterações desta documentação. É preciso que estas pessoas tenham conhecimento de qual foi a alteração efetuada, quando e quem a executou, e quais outros itens foram afetados por ela.

Assim, deve ser mantido um banco de dados contendo todas as ocorrências do gerenciamento de configuração acessível aos desenvolvedores (por meio de senhas, por exemplo). Ademais, relatórios contendo o *status* do repositório devem ser gerados regularmente e enviados aos desenvolvedores.

7.3.5 *Avaliação da Configuração*

A identificação e controle das alterações são importantes, mas não são suficientes. Além de se ter conhecimento de quais foram as mudanças sofridas por um item, quando e quem as executou, é preciso garantir a consistência do repositório, ou seja, é preciso que se verifique se a alteração foi implementada corretamente e se os outros itens afetados por esta alteração foram modificados. Esta verificação é realizada através de dois tipos de auditoria (ou avaliação) da configuração de *software*, cuja execução é obrigatória nas linhas de referência:

Auditoria Funcional Esta avaliação preocupa-se com os aspectos internos dos arquivos, tentando identificar omissões ou erros na configuração que degradem os padrões estabelecidos para construção do *software*. É uma espécie de revisão técnica formal (vide Capítulo 6) na configuração do *software*:

Auditoria Física Esta avaliação é um processo administrativo que complementa a auditoria funcional. Ela preocupa-se em verificar se a configuração a ser congelada na linha de referência está composta pela versão mais recente de seus itens e se os padrões foram devidamente aplicados. Algumas questões desta auditoria são:

- As alterações especificadas no Pedido de Alteração foram efetuadas? Alguma modificação adicional foi incorporada?

- Foi efetuada a revisão técnica formal?
- Os padrões estabelecidos foram aplicados?
- Os padrões de Engenharia de *Software* foram seguidos?
- A data e o autor da alteração foram especificados? Os atributos dos itens refletem a alteração?
- Todos os itens da configuração relacionados foram atualizados apropriadamente?

7.3.6 *Controle de Interface*

O controle de interface coordena as mudanças nos itens da configuração causadas por alterações em produtos do desenvolvimento que não estejam sendo controlados. Equipamentos, *software* de suporte, assim como outros projetos devem ser examinados na busca por possíveis interfaces com o projeto sob controle (Pacheco 1997; Berlack 1992).

Para cada interface, o plano de gerenciamento da configuração deve descrever:

1. O tipo de interface;
2. As unidades organizacionais afetadas;
3. Como será feito o controle sobre a interface;
4. Como os documentos de controle da interface serão aprovados.

7.3.7 *Controle de Sub-Contratados e Fornecedores*

O controle de sub-contratados e fornecedores coordena a forma como os itens que foram desenvolvidos por solicitação a outras organizações ou foram adquiridos já prontos são testados e incorporados ao repositório do projeto (Pacheco 1997; Berlack 1992).

Para itens sub-contratados, o plano de gerenciamento da configuração deve descrever:

1. Os requisitos de gerenciamento de configuração de *software* a serem satisfeitos pelo sub-contratado;
2. Como será feito o monitoramento do sub contratado;
3. Como o código, documentação e dados externos serão testados, aceitos e adicionados ao projeto;
4. Como serão tratadas as questões de propriedade do código produzido, como direitos autorais e *royalties*.

Para itens adquiridos prontos, o plano de gerenciamento da configuração deve descrever:

1. Como serão recebidos, testados e colocados sob controle de gerenciamento de configuração;
2. Como as mudanças no *software* do fornecedor serão tratadas;
3. Se e como o fornecedor participará no processo de gerenciamento de mudança do projeto.

Itens da configuração poderão ser adquiridos de fornecedores, sub-contratados, clientes, outros projetos ou outras fontes.

7.3.8 Gerência da Liberação e Entrega

A liberação e entrega do *software*, assim como sua documentação, devem ser formalmente controladas. Os documentos e códigos relacionados a funções críticas e de segurança devem ser muito bem elaborados, empacotados e liberados de acordo com as políticas da organização.

7.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi conceituado o gerenciamento de configuração de *software*, visto a importância do controle de mudanças e do controle de versões dos componentes do repositório em um processo de desenvolvimento baseado no reúso de componentes.

No capítulo a seguir, a estratégia para implantação do reúso, resultado principal deste trabalho de mestrado, é apresentada em detalhes.

Capítulo 8

Diretrizes para o Processo de Implantação do Reúso

8.1 Considerações Iniciais

O reúso de componentes pode trazer vantagens competitivas consideráveis para uma organização. Porém, sua prática efetiva não é uma tarefa trivial, exigindo a execução de diversas atividades. Neste capítulo, são apresentadas diretrizes para a implantação de um processo com atividades relativamente simples e básicas, introduzidas gradativamente, porém consideradas importantes para a viabilização e implantação efetiva do reúso.

É importante ressaltar que essas diretrizes são fruto dos estudos e análises desenvolvidos tomando como base as características do ambiente no qual o estudo de caso (apresentado no Apêndice A) foi realizado. No entanto, como pode-se perceber pela relação apresentada a seguir, tais características são comuns em muitas organizações que produzem *software*, o que viabiliza a utilização das diretrizes propostas por muitos outros ambientes que não um laboratório de pesquisa.

As principais características dos ambientes para os quais estão voltadas as diretrizes apresentadas neste capítulo são:

- Por um lado:
 - Interesse no reúso de seus programas;
 - Interesse na manutenção de um histórico dos trabalhos dos desenvolvedores e no controle das alterações efetuadas em seus programas.
- Por outro lado:

- Poucos desenvolvedores;
- Falta de recursos ou indisponibilidade dos mesmos para aquisição de ferramentas de *software* proprietárias;
- Inexistência de um organograma formal (gerente, diretor, desenvolvedor);
- Alta rotatividade dos desenvolvedores;
- Utilização de poucas ou nenhuma prática pregada pela comunidade de Engenharia de *Software* no desenvolvimento de *software*.

8.2 Os Artefatos e os Tipos de Reúso

Foram apresentadas no Capítulo 2 (Seção 2.2) diversas definições para o reúso nas quais é ressaltado o fato de poder-se reutilizar diversos tipos de “bens de *software*”. Porém, embora a reutilização de artefatos como especificações e processos, por exemplo, seja reconhecidamente valiosa, sua execução não é tradicional. Assim, para simplificar e diminuir as alterações necessárias no processo tradicional de desenvolvimento de *software* das organizações e, conseqüentemente, aumentar a receptividade ao reúso, neste trabalho, propõe-se que uma organização inicie seus esforços para introdução do reúso apenas através do reúso interno de artefatos do tipo *código-fonte*. No caso deste trabalho, considera-se código orientado a objeto, sendo um *componente* composto por uma *classe* e seus respectivos *métodos*. Esta característica, no entanto, não impossibilita o uso das diretrizes aqui apresentadas em códigos desenvolvidos em outra técnica, para as quais seriam necessárias, entretanto, algumas adaptações.

As diretrizes para introdução do reúso apresentadas neste trabalho permitem a utilização dos quatro “tipos de reúso”, segundo a classificação apresentada por Holanda, Souza, & Melo (2000) e descrita na Seção 2.2: caixa-preta, transparente, caixa-cinza e caixa-branca. O reúso caixa-preta é viabilizado devido à grande quantidade de informações referentes à funcionalidade e estrutura do componente, presentes no conteúdo sugerido para sua documentação, o qual, acredita-se, torna desnecessário o uso do reúso transparente. Este último, por sua vez, pode ser utilizado, caso necessário, através do estudo do código-fonte, também disponibilizado ao usuário segundo as diretrizes sugeridas. O reúso caixa-cinza é viabilizado devido à possibilidade de se inserir componentes que exijam parâmetros para configuração de sua execução e o reúso caixa-branca é viabilizado por ser permitido que alterações nos componentes sejam realizadas gerando novas versões, caso as modificações

não alterem sua funcionalidade, ou novos componentes, caso as modificações alterem sua funcionalidade original.

8.3 Estratégia para Implantação do Reúso

Como a introdução do reúso nas organizações não é uma atividade simples, considera-se importante a utilização de uma estratégia de melhoria contínua através da qual o reúso seja implantado gradualmente. Neste trabalho, essa estratégia, ilustrada na Figura 8.1, é baseada no modelo IDEAL (apresentado no Capítulo 3).

O modelo apresentado na Figura 8.1 descreve cinco etapas de um processo de melhoria: inicialização, diagnóstico, estabelecimento, ação e lições. A quantidade de tempo necessária para completar o ciclo depende de cada organização.

Figura 8.1: Estratégia de Melhoria Contínua Utilizada no Processo de Implantação do Reúso

Nas Seções 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3 e 8.3.4, cada uma destas etapas é detalhada.

8.3.1 Inicialização

O primeiro passo para iniciar o processo de introdução do reuso é identificar os *estímulos* para tal iniciativa.

Confirmado o interesse da organização em implantar o reuso no seu processo de desenvolvimento, é preciso que se estabeleça o *escopo* e o *contexto* da organização nos quais a iniciativa irá se desenvolver, ou seja, é preciso que se defina quais processos e funções serão afetados, como estas alterações irão incidir sobre outras iniciativas e quais benefícios são esperados.

Conhecido o escopo da organização a ser afetado pelas mudanças, uma estratégia deve ser montada para convencer todos as pessoas envolvidas na melhoria de que as alterações trarão benefícios.

Como qualquer processo de implantação que exija mudanças, a existência de um *patrocinador* para as atividades de definição e implantação dos padrões e processos que forem julgados necessários é de suma importância. Assim, um dos primeiros passos a serem dados em direção a implantação do reuso tal como proposto neste trabalho é conseguir o “apoio gerencial” para esta iniciativa. Este patrocinador terá a função de garantir os recursos necessários para a iniciativa, incentivar sua continuidade, principalmente em momentos de dificuldade, e garantir que metas e responsabilidades sejam cumpridas.

Estabelecido o interesse em implantar o reuso na organização e garantido o comprometimento dos patrocinadores com tal iniciativa, é preciso que se defina sua *infra-estrutura*, ou seja, é preciso que se estabeleça os papéis e responsabilidades necessários para o desenvolvimento do processo de melhoria. Para o processo de introdução do reuso proposto neste trabalho, tal infra-estrutura é formada por um grupo de trabalho cuja função é conduzir os esforços para definir e implantar as melhorias necessárias. Sugere-se que este grupo seja formado por ao menos uma pessoa da área de Engenharia de *Software* e uma ou mais pessoas da área de desenvolvimento, com conhecimento na forma de trabalho da equipe e no domínio explorado pela organização. Os integrantes deste grupo não precisam dedicar-se em tempo integral ao mesmo, porém é preciso que tenham respaldo de seus “chefes” para que dediquem ao projeto uma quantidade de tempo suficiente para não comprometer o bom andamento do mesmo. Acredita-se que para o processo aqui proposto, um dia de dedicação por semana de cada um dos integrantes, exceto o engenheiro de *software*, é suficiente para um bom fluxo de trabalho. No caso do engenheiro, a quantidade de tempo

dedicado ao projeto dependerá muito de sua experiência nos tópicos a serem abordados e da disponibilidade de tempo para a implantação do reuso.

8.3.2 Diagnóstico e Estabelecimento

O objetivo da etapa de *Diagnóstico* é compreender o *estado atual* do processo de desenvolvimento e o *estado* que se deseja *alcançar*. A partir desta informação, pode-se desenvolver um entendimento maior do trabalho a ser realizado para alcançar a melhoria desejada.

A caracterização do estado atual é feita através de uma avaliação do processo de desenvolvimento atualmente executado na organização em relação ao que se deseja como estado futuro (um modelo de referência). Tal avaliação envolve o levantamento de informações que dimensionem a capacidade real do processo e pode ser feita através de reuniões, entrevistas e análise de documentos. Como resultado, obtém-se uma lista de pontos fortes e fracos do processo a partir dos quais as prioridades de melhoria são estabelecidas.

Neste trabalho, o modelo de referência selecionado é a norma NBR ISO/IEC 12207 (descrita no Capítulo 4), considerando-se as características particulares do reuso de componentes.

Para que não haja impactos sérios à organização e rejeição às mudanças, vale ressaltar que não se deve implantar todas as alterações de uma só vez. Assim, na etapa de *Estabelecimento*, o objetivo é, a partir do resultado das análises da etapa anterior (*Diagnóstico*), estabelecer uma ordem de prioridade para as alterações e desenvolver um plano que contemple os trabalhos a serem realizados. Inicialmente devem ser introduzidas atividades relativamente simples e básicas, porém consideradas importantes para a viabilização e implantação efetiva do reuso. A partir desta experiência, considerando seus erros, acertos e possibilidades de expansão, novas atividades devem ser definidas e implantadas.

O estabelecimento de *prioridades* deve considerar fatores como dependência entre as atividades, limitação de recursos, prioridades da organização, entre outras.

O plano de ações deve contemplar questões como cronograma, recursos e responsabilidades, considerando as atividades e prioridades estabelecidas.

Cabe ao engenheiro de *software* (pertencente ao grupo de trabalho) executar estas atividades. É sugerida a realização de uma primeira reunião do grupo de trabalho para discussão, em linhas gerais, das alterações que serão necessárias e de um cronograma para realização das reuniões que abordarão cada um dos tópicos de mudança.

Neste trabalho, sugere-se que as primeiras atividades a serem implantadas no processo de introdução do reúso sejam: requisitos para *documentação*, execução de *verificação* nos componentes (realizada através de revisões técnicas formais) e *gerência de configuração*, todas pertencentes à classe dos processos de apoio da norma NBR ISO/IEC 12207 e real-
çadas na Figura 8.2. Cada uma destas atividades será melhor explorada nas Seções 8.5.1, 8.5.2 e 8.5.3, respectivamente. Adianta-se porém, que a implantação de cada uma delas também é realizada gradualmente (melhoria contínua).

Figura 8.2: NBR ISO/IEC 12207 - Processos Selecionados

É preciso que se esclareça que a decisão de se iniciar o processo de melhoria através da implantação destas atividades resultou de um estudo das necessidades mais latentes no ambiente de estudo de caso. Além disso, é importante ressaltar que estas atividades, para o caso específico deste trabalho, não podem ser definidas e implantadas aleatoriamente. Ao contrário, existe uma ordem fruto das dependências existentes entre elas. Assim, deve-se em primeiro lugar definir os requisitos para documentação, seguido pelo processo de execução da verificação e os critérios das revisões para, por fim, definir o processo de gerência da configuração.

8.3.3 Ação

Nesta etapa, o plano de ação desenvolvido anteriormente deve ser colocado em prática. Como foi tratado anteriormente, a receptividade às mudanças necessárias para a introdu-

ção do reuso pode não ser boa. assim, é importante que cada atividade descrita no plano de ação também seja planejada e implantada de maneira gradativa.

Assim, a etapa de Ação é composta por cinco fases, sendo quatro delas pertencentes a um mini-ciclo, ilustrado na Figura 8.3. Em cada “rodada” neste mini-ciclo melhora-se continuamente a forma como as atividades são definidas e implantadas.

1. Diagnóstico: caracteriza-se o estado atual da organização na prática da atividade com relação a um modelo inicial de referência. Deve-se ressaltar que é muito importante que processos e padrões já existentes na organização e de qualidade/efetividade comprovada sejam mantidos. É necessário, no entanto, que se tenha cuidado para não definir padrões/atividades incompatíveis entre si;
2. Estabelecimento: apresenta-se *diretrizes* para as tarefas e requisitos envolvidos na atividade abordada;
3. Ação: valida-se as diretrizes apresentadas e incorpora-se mudanças nas tarefas e requisitos definidos para a atividade abordada e, se necessário, também na definição das tarefas e requisitos de outras atividades abordadas anteriormente;
4. Lições: registra-se lições sobre a definição da atividade.

Figura 8.3: Etapas da Fase de Ação

Após a passagem de todas as atividades programadas no plano de ação por este miniciclo, a atividade de implantação deve ser realizada, ou seja, deve-se implantar as tarefas e requisitos descritos em todas as atividades, primeiramente em um projeto piloto, e posteriormente, por todo o escopo da organização envolvido na introdução do reuso.

A etapa de Ação é ilustrada na Figura 8.3.

8.3.4 Lições

Esta etapa contempla a ideia de melhoria contínua da estratégia de implantação do reuso. Nela, toda a experiência adquirida deve ser revisada e utilizada para otimizar a estratégia e identificar as metas que foram cumpridas.

Assim, as informações de todo o ciclo devem ser armazenadas para que, na atividade de análise e validação, as lições sejam coletadas, analisadas, resumidas e documentadas. A partir destas informações, deve-se identificar quais objetivos foram cumpridos, identificar como melhorar a eficiência da estratégia, identificar como as resistências às mudanças podem ser minimizadas, garantir a continuidade do comprometimento dos patrocinadores, entre outras coisas.

Após a atividade de análise e validação, ganham espaço os esforços para desenvolver e documentar as recomendações para melhoria da estratégia.

Desta maneira, em cada “rodada” no ciclo apresentado na Figura 8.1, melhora-se continuamente e gradativamente o processo de desenvolvimento de *software* da organização, através da implantação de novas atividades e de alterações nas já implantadas, e a estratégia de melhoria, através da incorporação da experiência adquirida.

8.4 Operacionalização da Estratégia

Como foi visto na seção anterior, a estratégia para implantação do reuso envolve uma série de *definições* e *decisões*. Cabe ao engenheiro de *software* (pertencente ao grupo de trabalho) coordenar *reuniões* nas quais essas definições e decisões serão tomadas. Neste trabalho, sugere-se que as reuniões ocorram da seguinte maneira:

- Atividades Pré-Reunião:
 - O engenheiro de *software* do grupo prepara um documento de diretrizes para a atividade a ser abordada na reunião e envia-o ao restante do grupo de desenvolvimento com pelo menos alguns dias de antecedência em relação a reunião. O documento de diretrizes tem o objetivo de apresentar as sugestões do enge-

nheiro de *software* para a implantação de um determinado tópico. É importante ressaltar a necessidade de os participantes das reuniões terem ao menos um conhecimento mínimo sobre o assunto a ser tratado nas mesmas. Caso isto não aconteça, cabe ao engenheiro de *software* apresentar no documento de diretrizes uma breve teoria sobre o assunto, ressaltando seus pontos fortes e fracos;

- O restante do grupo estuda o documento de diretrizes e prepara suas sugestões para a reunião.

- Atividades da Reunião:

- Durante a reunião, o engenheiro de *software* exerce o papel de mediador da mesma, conduzindo-a de modo que ela atinja seus objetivos;
- O engenheiro realiza uma breve explicação do conteúdo proposto no documento de diretrizes e das razões que o levaram a tal decisão;
- Todos os integrantes do grupo apresentam e analisam os itens que julgaram problemáticos;
- Em comum acordo, o grupo seleciona os itens que deverão ser alterados;
- O engenheiro anota todas as decisões.

- Atividades Pós-Reunião:

- A partir das decisões tomadas na reunião, o engenheiro prepara uma *ata de reunião* e um *documento de resoluções* para o assunto abordado, e os envia aos outros participantes da reunião. A ata tem o objetivo de retratar as decisões tomadas na reunião. O documento de resoluções deve conter as tarefas e requisitos definidos para um determinado tópico, incluindo alterações advindas ou não de reuniões. É importante ressaltar que, quando o documento de resoluções registrar alterações não definidas em reunião, faz-se necessário a sua aprovação formal (por escrito) por parte de todos os integrantes do grupo de trabalho.

Cada uma das reuniões deve durar em torno de duas horas, dependendo do nível de complexidade do assunto e da quantidade de sugestões e divergências com relação ao mesmo. Assuntos mais complexos podem ser tratados em mais de uma reunião. Nestes casos, deve-se ter cuidado para dividir os tópicos de maneira coerente. Quanto ao documento de diretrizes, sugere-se que este contenha todo o conteúdo a ser abordado, independente do

número de reuniões que serão necessárias para fazê-lo. Cabe ao engenheiro de *software* avisar ao grupo quais tópicos serão abordados em cada uma das reuniões.

Quanto ao cronograma de reuniões, deve-se salientar que o mesmo deve possuir um intervalo razoável de tempo entre as mesmas (sugere-se que este tempo seja de, ao menos, quinze dias) para que o engenheiro de *software* tenha tempo hábil para preparar o documento de diretrizes e enviá-lo ao grupo com uma certa antecedência, além de permitir ao grupo de trabalho sua leitura com certa tranquilidade. Este período também é utilizado para a execução das atividades da etapa de Lições do sub-ciclo apresentado na Figura 8.3.

É importante que o patrocinador do reuso na organização esteja ciente de todas as decisões tomadas e seja conhecedor, se possível, do conteúdo de todos os documentos produzidos.

8.5 Atividades Sugeridas para o Início do Processo de Introdução do Reuso

Como já foi citado anteriormente, não se deve executar todas as mudanças necessárias para a introdução do reuso de uma só vez. Assim, foram selecionadas algumas atividades relativamente simples e básicas, consideradas, no estudo de caso, importantes para a viabilização do reuso. São elas: *requisitos para documentação*, execução de *verificação* nos componentes (realizada através de revisões técnicas formais) e *gerência de configuração*.

Na Figura 8.4, é apresentada a relação entre as atividades selecionadas e algumas funcionalidades esperadas de um repositório que serão impactadas pelos requisitos para elas estabelecidos.

É importante lembrar que estas atividades não podem ser definidas e implantadas aleatoriamente, visto que existe uma ordem de abordagem resultante das dependências existentes entre elas. Assim, deve-se em primeiro lugar definir os requisitos para documentação. Posteriormente, deve-se definir processo de execução da verificação e os critérios das revisões. Por fim, deve-se definir o processo de gerência da configuração. Sugestões para a instanciación de cada uma destas atividades são apresentadas, respectivamente, nas Seções 8.5.1, 8.5.2 e 8.5.3.

8.5.1 Documentação

Como foi citado na Seção 8.3.2, sugere-se que a documentação dos componentes seja o primeiro tópico a ser abordado no processo de introdução do reuso. Isto porque uma boa

Figura 8.4: Relação Entre as Funcionalidades do Repositório de Componentes e a Documentação, a Revisão Técnica Formal e o Gerenciamento de Configuração

documentação é de suma importância/utilidade no processo de classificação, avaliação, recuperação e uso de componentes.

As vantagens obtidas por uma organização pelo uso de uma documentação de qualidade foram apresentadas no Capítulo 5, assim como as dificuldades que muitas vezes se enfrenta ao tentar implantá-la. Assim, a reunião de definição dos requisitos para documentação já pode apresentar pontos de divergência de opiniões entre os integrantes do grupo de trabalho. É importante, então, apresentar a eles todas as vantagens de uma boa documentação e os problemas decorrentes da sua inexistência. Esta tarefa cabe ao engenheiro de *software*. Por outro lado, é preciso que o mesmo tenha em mente, durante a construção das diretrizes para documentação, a quantidade de trabalho que as mesmas exigirão dos desenvolvedores caso sejam implantadas e seja razoável em suas propostas. Vale ressaltar que nem todas as modificações julgadas necessárias precisam ser implantadas de uma só vez. Seguindo a estratégia de melhoria contínua deste trabalho, o grupo pode optar por inicialmente implantar apenas pequenas mudanças e, com o decorrer das "rodadas" no ciclo de definições implantar alterações mais amplas. Desta maneira, o grupo pode mostrar

aos desenvolvedores as vantagens que a implantação de uma boa documentação os trouxe, justificar novas alterações e melhorar a receptividade às mesmas.

O modelo inicial de referência para documentação proposto neste trabalho divide as tarefas de documentação em dois tipos: atividades referentes à documentação interna (ou documentação do código-fonte) e atividades referentes à documentação externa dos componentes. Vale lembrar que no caso deste trabalho, cada classe (e seus respectivos métodos) de um desenvolvimento orientado a objetos constitui um componente, o qual deve estar implementado em um único arquivo.

Antes de apresentar as diretrizes para documentação sugeridas, é preciso que se esclareça que quando se fala sobre obrigatoriedade de uma tarefa ou requisito, isto não quer dizer que sua implantação na organização é indispensável, mas sim que, se a organização optar por implantá-lo, ele deve ser obrigatoriamente seguido pelos desenvolvedores. Além disso, vale ressaltar que o uso do termo obrigatório para algumas tarefas e requisitos foi uma sugestão obtida e validada no estudo de caso.

Requisitos para a Documentação Interna

Para a documentação interna (código-fonte) dos componentes, sugere-se que os seguintes requisitos sejam implantados:

1. Identificação do Código

Deve ser colocada no início do arquivo em forma de comentário e deve conter as seguintes informações:

- Informações Obrigatórias:
 - Nome da classe;
 - Autor(es) da classe original;
 - Data de criação da classe original (primeira versão);
 - Função global da classe;
 - Domínio (para revisão) da classe;
 - Palavras-chave da classe;
 - No caso de sub-classes, classe(s) base(s);
 - Versão (autor(es) e data);
 - Breve explicação da diferença entre a versão anterior e a atual (mantendo assim um breve histórico das alterações), exceto para a primeira versão do componente;

- Descrição das pré e pós-condições para execução desta classe.
- Informações Facultativas:
 - Breve explicação do motivo da alteração, exceto para a primeira versão do componente;
 - Suposições que tenham sido feitas;
 - Observações consideradas relevantes como, por exemplo, momentos/propósitos/contexto do processo no qual a classe pode ser utilizada, programas relacionados, restrições, informações manipuladas/ encapsuladas, *object oriented design pattern* (Gamma, Helm, Johnson, & Vlissides 1995) seguido, entre outras.

2. Identação

Realizar a indentação do código utilizando-se quatro espaços, obrigatoriamente.

Vale ressaltar que a existência de muitos níveis de código (de maneira que, quando se realiza a indentação, este código ultrapasse o limite de caracteres por linha) indica que deve-se reconstruí-lo, re-agrupando algumas tarefas em novos métodos.

A indentação do código deve possuir, obrigatoriamente, no máximo, quatro níveis (um número maior de níveis indica que o código está muito complexo), sendo aceitas apenas exceções devidamente justificadas através de comentários.

3. Comentários

Além dos comentários que devem ser inseridos no início da classe tratado no item 1, deve-se, obrigatoriamente, utilizá-los para:

- Definir pré e pós-condições, autor(es), data de criação, palavras-chave e função (única) dos métodos no início dos mesmos;
- Apresentar no início dos métodos os parâmetros que ele recebe, incluindo informações quanto ao tipo de passagem utilizada (passagem por valor, por referência ou por ponteiro, sendo que neste último tipo deve-se também explicitar o que está sendo apontado, referenciado), o tipo do parâmetro (entrada/saída) e o valor de retorno do método;
- Para explicar o significado/propósito de uma variável quando for impossível explicitá-lo através de seu nome;

- Realizar a documentação das partes mais complexas do código, focando-se em “o que” é feito, e não “como” é feito. Comandos condicionais, de repetição e comandos aninhados devem merecer maior atenção no que tange à documentação. Ressalta-se mais uma vez que a existência de muitos níveis dificulta o entendimento do código.

Estas informações devem ser sucintas e claras, e devem ser escritas, obrigatoriamente, antes do código que descrevem.

4. **Nomenclatura**

Deve-se definir uma nomenclatura padrão e obrigatória para nomes de classes, métodos, variáveis e constantes, além de outras estruturas típicas da linguagem utilizada (como *Interface* em Java, por exemplo).

Uma sugestão para esta nomenclatura padrão, extraída do estudo de caso deste trabalho, é:

- Classe: palavras iniciadas em letra maiúscula (ex: C45ToStdrule);
- Método/Variável: palavras iniciadas em letra minúscula, separadas pelo caractere _ (ex: c45_to_stdrule);
- Constante: palavras em letras maiúsculas, separadas pelo caractere _ (ex: C45_TO_STDRULE).

Vale ressaltar que todo nome deve ser significativo frente ao que deseja representar. Geralmente, nomes de classes e variáveis são substantivos enquanto os nomes dos métodos são iniciados com um verbo.

Outras sugestões de nomenclatura podem ser encontradas em Sun (1999) e Lewandowski (2000).

5. **Classes, Métodos e Sub-Classes**

Deve-se considerar para classes, métodos e sub-classes, as seguintes regras (obrigatórias):

- Uso de nomes representativos de sua função;
- Uso de parâmetros e variáveis com nomes também significativos;
- Definir ou declarar no início do método/classe todas as variáveis a serem utilizadas no código;

- Não utilizar variáveis globais;
- Cada método deve realizar uma só função e deve ser pequeno, quando possível. Recomenda-se que cada método tenha menos que trinta linhas;
- Descrever os parâmetros de entrada (dados fornecidos *ao* programa), os parâmetros de saída (dados produzidos *pelo* programa) e o valor de retorno do método.

6. **Tamanho das Linhas**

Deve-se evitar linhas de código que ultrapassem o limite de caracteres da tela. Quando isto não for possível, a quebra das linhas deve ser feita, obrigatoriamente, de maneira a seguir os seguintes critérios:

- Quebra após uma vírgula;
- Quebra antes de um operador lógico;
- Identar a nova linha em relação à linha anterior. Deve-se definir um padrão para esta indentação. Por exemplo, identá-la com o início do parêntese de condição ou chamada a método;
- No caso de expressões aritméticas, realizar a quebra fora de uma expressão entre parênteses.

7. **Linhas em Branco**

Deve-se obrigatoriamente utilizar uma linha em branco entre as definições de métodos, entre as declarações das variáveis e o primeiro comando, antes de uma linha ou bloco de comentários e entre as partes lógicas de um método para facilitar a leitura do código.

8. **Espaços em Branco**

Deve-se utilizar, obrigatoriamente, espaços em branco nas seguintes situações:

- Entre uma palavra chave e um parêntese;
- Em conversões de tipo.

Nas seguintes situações, o uso de espaços em branco é facultativo, embora fortemente recomendado:

- Depois de uma vírgula ou de um ponto-e-vírgula;

- Em operadores binários, mas nunca em operadores unários;
- Entre as expressões de uma lista, como por exemplo no comando `for`.

9. Declarações

As declarações devem, obrigatoriamente, ser feitas sempre no início da classe/ sub-classe/método. Além disso, as seguintes regras devem ser obrigatoriamente seguidas:

- Deve-se realizar uma declaração em cada linha de maneira a permitir a inclusão de comentário explicando, por exemplo, a informação que uma variável representa;
- As inicializações que forem necessárias devem ocorrer no início do programa, exceto para aquelas variáveis que possuem o seu valor inicial dependente de alguma computação;
- Não realizar a inicialização de mais de uma variável em um mesmo comando, como, por exemplo, `a = c = d = e = f;;`;
- Declarações de tipos ou estruturas devem ser comentadas;
- Evitar declarações de variáveis com funcionalidades diferentes, ou seja, que representam elementos diferentes, em escopos diferentes, mas com nomes iguais.

10. Comandos de Início e Fim de Bloco

Deve-se definir um padrão obrigatório para a formatação dos comandos de início e fim de bloco. Uma sugestão para este padrão é o uso destes comandos sempre na seguinte formatação:

```
Comando
{
}
```

Deve-se também obrigatoriamente utilizar os comandos de início e fim de bloco, principalmente em comandos condicionais ou de repetição, a fim de evitar problemas na introdução de novos comandos.

11. Comandos

Comandos simples devem obrigatoriamente aparecer sozinhos em cada linha (evitar, por exemplo, fazer: `a++; c++;`).

Comandos compostos devem obrigatoriamente ser identados de acordo com o padrão estabelecido.

12. **Tratamento de Erros**

Deve-se definir como deve acontecer, obrigatoriamente, o tratamento de erros. Além disso, no tratamento de erros deve-se especificar, através de comentários, as condições para ocorrência de um determinado erro e a ação a ser tomada.

13. **Parênteses**

Deve ser obrigatório o uso incondicional de parênteses em expressões aritméticas ou lógicas, mesmo que a ordem correta de execução da expressão esteja implícita na precedência dos operadores. Com isso pode-se evitar problemas na compreensão da expressão e na sua alteração, caso necessário.

14. **Idioma**

Deve ser escolhido um idioma no qual todo o código deve ser obrigatoriamente escrito, incluindo comentários e nomenclatura.

15. **Hierarquia**

Todo componente obrigatoriamente deve estar classificado em um dos níveis de uma classificação hierárquica previamente estabelecida pelo grupo de trabalho. Quando não for possível fazê-lo, deve-se entrar em contato com o responsável pela classificação que estará encarregado de resolver o problema (possivelmente criando um novo nível ou selecionando o nível mais adequado para o componente).

16. **Diretrizes para o Desenvolvimento de Código Orientado a Objetos Visando o Reúso**

Ao se desenvolver código em linguagem orientada a objetos, deve-se seguir, obrigatoriamente, as seguintes regras (Karlsson 1995)¹:

- Não utilizar herança múltipla apenas para diminuir código. O uso de herança múltipla torna o código mais difícil de ser entendido;
- Métodos a serem reescritos nas subclasses devem ser virtuais. Isto faz com que o desenvolvedor que irá reutilizar o código conheça quais métodos devem ser redefinidos;

¹Karlsson (1995) apresenta muitas diretrizes para o desenvolvimento de componentes orientados a objeto, abordando desde a fase de análise até a fase de teste.

- Nas sub-classes, manter separados os métodos novos dos métodos redefinidos;
- Não realizar conversão de tipos de um objeto de uma classe superior para uma classe inferior na hierarquia, ou seja, da classe base para a classe derivada, desnecessariamente. Isto pode criar dependências na hierarquia e a necessidade de se administrar extensivamente os tipos de objetos;
- Tentar evitar o uso de herança com cancelamento, ou seja, a situação na qual a classe derivada restringe os métodos que irá herdar, tornando a interface entre a classe e a sub-classe menos clara. Em C++, esta situação é simulada com o uso de herança privada;
- Manter as classes pequenas, com poucos métodos. Recomenda-se que o número de métodos não passe de vinte e cinco, incluindo métodos herdados;
- Manter as sub-classes pequenas, evitando a introdução de muitos novos métodos, não provenientes da herança. Recomenda-se a inclusão de não mais que dez métodos;
- Manter o número de parâmetros dos métodos pequenos. Recomenda-se menos de cinco parâmetros por método;
- Manter os métodos pequenos, com menos de trinta linhas;
- Declarar métodos como *constant* quando possível, informando ao desenvolvedor quais métodos não modificam o estado da classe;
- Declarar parâmetros como *constant* quando possível, informando quais parâmetros não são modificados na implementação do método;
- Não checar o tipo de um objeto para não criar dependências desnecessárias. Utilizar polimorfismo nestes casos;
- Especificar os atributos como *private*, escondendo a representação dos dados e mantendo a interface estável, independente de modificações nesta representação;
- Utilizar métodos *protected* ao invés de atributos *protected* na classe base. Utilizando uma interface de métodos, as representações de dados internas podem ser modificadas sem afetar as sub-classes;
- Evitar utilizar *friends*, se possível. Este conceito viola o encapsulamento e torna o reuso mais difícil. É preferível o uso de métodos *friends* ao invés de classes *friends*.

17. **Particularidades**

É importante que sejam especificados requisitos particulares a linguagem e técnica utilizadas para construir o componente. Por exemplo, a linguagem *Perl* permite o uso do comando `use strict`, cuja função é, dentre outras, não permitir o uso de uma variável sem a sua prévia declaração. A partir da exigência do uso deste comando, pode-se facilitar bastante a construção, o teste e a manutenção de componentes escritos em *Perl*.

18. **Exemplo**

Recomenda-se a apresentação, no documento que descreve o padrão adotado, de um ou mais componentes que exemplifiquem todos os requisitos definidos, de maneira a ilustrá-los aos desenvolvedores.

Requisitos para a Documentação Externa

Para a documentação externa dos componentes, sugere-se o uso de um conjunto mínimo de informações, sendo este conjunto dividido em informações sobre as classes e sobre os seus respectivos métodos. Na Tabela 8.1 é apresentada uma listagem das informações sugeridas para as classes e suas respectivas cardinalidades, ou seja, se podem existir zero, uma ou mais respostas para a informação. Na Tabela 8.2 é apresentada a listagem das informações referentes a cada um dos métodos da classe, acompanhada também de sua respectiva cardinalidade.

Informação	Cardinalidade
Nome da Classe	1
Versão	1
Autor(es)	1..N
Data de Criação	1
Domínio (área de atuação para revisão)	1..N
Super-Classe (somente para sub-classe)	0..N
Classificação Hierárquica	1
Código-Fonte (diretório onde o arquivo contendo o código-fonte está gravado)	1
Funcionalidade Principal	1
Contexto de Uso	1..N

continua na próxima página...

continuação

Informação	Cardinalidade
Palavra-Chave	1..N
Dependência	0..N
Restrição	0..N
Relatório Técnico	0..N
Linguagem de Desenvolvimento	1
Padrão Utilizado (<i>design pattern</i> , por exemplo)	0..N
Classes Similares	0..N
Atributo da Classe	1..N
Descrição de Atributo	1 Para Cada Atributo
Documentos Diversos (campo para inserção de arquivos como diagramas de classes, por exemplo)	0..N
Alteração <ul style="list-style-type: none"> • Correção de Erro <ul style="list-style-type: none"> - Local - Autor • Inclusão de Novo Método <ul style="list-style-type: none"> - Nome do Método 	0..N
Data da Alteração	1 Para Cada Alteração
Autor da Alteração	1 Para Cada Alteração
Descrição da Alteração	1 Para Cada Alteração

Tabela 8.1: Informações Referentes às Classes

Informação	Cardinalidade
Nome do Método	1
Autor(es)	1..N
Data de Criação	1
Funcionalidade do Método (única)	1
Pré-Condições para Execução do Método	0..N
Pós-Condições para Execução do Método	0..N
Parâmetro de Entrada	0..N

continua na próxima página...

continuação

Informação	Cardinalidade
Descrição do Parâmetro de Entrada	1 Para Cada Parâmetro de Entrada
Parâmetro de Saída	0..N
Descrição do Parâmetro de Saída	1 Para Cada Parâmetro de Saída
Valor de Retorno do Método	0..1
Exceção Utilizada	0..N
Contexto de Execução da Exceção	1 Para Cada Exceção
Palavra-Chave	1..N
Descrição Detalhada da Funcionalidade	1
Método Herdado	0..1
Nome da Classe Base do Método	0..1 (Condicionado ao Valor 1 para o Campo Método Herdado)
Nome do Método Base	0..1 (Condicionado ao Valor 1 para o Campo Método Herdado)
Documentos Diversos (campo para inserção de arquivos contendo algoritmos, por exemplo)	0..N
Dependência	0..N
Informação de Teste	1..N
• Responsável	
• Data de Execução	
• Caso de Teste	
• Resultado do Teste	

Tabela 8.2: Informações Referentes a Cada Um dos Métodos de Uma Classe

Nas Tabelas 8.1 e 8.2, os campos intitulados Documentos Diversos têm como propósito o armazenamento dos caminhos dos diretórios onde estão gravados arquivos contendo informações extras sobre as classes e métodos, respectivamente. Vale ressaltar que somente estes arquivos devem estar armazenados nos diretórios apresentados. Tais arquivos devem ser mantidos sobre controle de versão e devem ter sua modificação exigida em caso de alteração da classe.

É importante explicar que as informações da Tabela 8.2 devem ser fornecidas para cada método. Assim, na informação Método Herdado e nas três seguintes (referentes também ao

método herdado) da mesma tabela, a cardinalidade tem valor zero ou um para retratar, respectivamente, se o método documentado é ou não originado de um outro e as informações referentes a este método base.

Considerações Gerais sobre a Documentação

Sugere-se o uso dos atributos apresentados na Tabela 8.3 para busca dos componentes.

Classe	Método
Nome	Nome
Autor(es)	Autor(es)
Data de Criação	Data de Criação
Funcionalidade	Funcionalidade
Contexto	Descrição Detalhada da Funcionalidade
Palavras-chave	Palavras-chave

Tabela 8.3: Atributos Sugeridos para Uso na Busca por Componentes

Existem algumas recomendações apresentadas na literatura que, como foi citado anteriormente, interferem na qualidade da documentação que foram contempladas neste trabalho. Algumas delas são:

- Todas as informações consideradas de extrema importância por Holanda, Souza, & Melo (2000), como citado na página 7, estão presentes nestas diretrizes;
- Estão também presentes nas diretrizes informações que possibilitam a implementação de algumas funções do repositório, sugeridas por Holanda, Souza, & Melo (2000) e apresentadas na página 17. São elas: identificação e descrição dos componentes, catálogo, pesquisa textual, organização e recuperação;
- A existência de informações relativas às palavras-chaves e à classificação hierárquica dos componentes permite a implementação de dois tipos de técnicas de classificação para os mesmos (apresentadas na Seção 2.6.1), facilitando assim sua recuperação;
- Diversas informações propostas por Yacoub, Ammar, & Mili (1999) para caracterização eficiente de componentes (apresentadas na Seção 2.7) estão presentes nas diretrizes;

- Todos os critérios de qualidade para código sugeridos de Sá (1997), e apresentados na Seção 2.8, são, de alguma forma, abordados nas diretrizes apresentadas;
- As características de modularidade, completude, atualização e padronização apresentadas por Andexer (1998) como necessárias para uma documentação de qualidade (e descritas na Seção 5.4), são contempladas nas diretrizes sugeridas;
- De maneira simplificada, as diretrizes contemplam as informações exigidas pelo padrão de qualidade descrito por Phoha (1997) e apresentado na Seção 5.5.

É importante que exista um formato padrão (*template*) para o documento no qual serão inseridas as informações referentes à documentação externa.

8.5.2 Verificação

O segundo tópico a ser abordado pelo grupo de implantação do reuso é a definição de um processo para a execução de verificações, realizadas através de revisões técnicas formais, nos componentes e suas respectivas documentações. Com isso, pretende-se garantir que os componentes foram construídos de acordo com os critérios e padrões estabelecidos na organização.

São várias as vantagens que uma organização pode obter com a execução de revisões técnicas formais, muitas destas apresentadas no Capítulo 6. Porém, este processo demanda recursos humanos e tempo, os quais muitas vezes a organização não está disposta a fornecer. Assim, propõe-se que, inicialmente, as revisões sejam bastante simples, priorizando a verificação dos componentes. Vale ressaltar que, segundo o processo proposto, as pessoas que nele estiverem envolvidas não precisam estar integralmente dedicadas ao mesmo. Este tempo de dedicação deverá variar, no entanto, de acordo com o volume de revisões a serem realizadas e com o nível de complexidade dos componentes a serem revisados. Assim, é importante incentivar o cumprimento dos requisitos exigidos e a qualidade dos componentes para que menos revisões sejam necessárias e que as mesmas sejam o mais simples possível.

Com base, então, nesta pequena disponibilidade de recursos, propõe-se como modelo inicial de referência para as revisões técnicas formais a estrutura e o processo descritos a seguir.

É indispensável a existência de pessoas trabalhando na execução das revisões técnicas formais. Assim, faz-se necessária a escolha de um conjunto de desenvolvedores de diversos domínios de atuação da organização que estarão encarregados de realizar as revisões nos

componentes, assumindo então o papel de potenciais revisores, ou seja, pessoas que, após treinadas, estarão aptas e poderão então ser convocadas para revisar componentes. Além disso, é preciso que se defina quem assumirá o papel de coordenador das revisões e quais serão as áreas de atuação (para revisão) de cada um dos potenciais revisores.

Como foi apresentada a necessidade de existência de um coordenador de revisões, é preciso que se especifique, então, quais serão suas responsabilidades. Assim sendo, o coordenador de revisão será responsável por identificar a existência de componentes para revisão e selecionar, para cada um destes componentes, o grupo de revisores que o analisará, além de especificar, dentre eles, quem será o líder da revisão. Este líder, por sua vez, será responsável por agendar (data/hora/local) e conduzir as reuniões de revisão. Além disso, em cada reunião deve-se selecionar um dos revisores para assumir a responsabilidade de anotar todas as questões importantes discutidas, exercendo assim o papel de secretário.

Cada componente deverá ser revisado por dois ou mais revisores com conhecimento no domínio abordado pelo componente. Ressalta-se ainda a necessidade da existência de um revezamento na distribuição das revisões aos revisores a fim de que nenhum deles fique sobrecarregado com esta atividade. Na reunião de revisão, deverão estar presentes todos os revisores do componente (incluindo o líder da revisão) e o desenvolvedor do mesmo.

As revisões deverão ainda ser conduzidas em reuniões planejadas e controladas, durando, no máximo, duas horas. Além disso, cada reunião deve ter seu foco em um componente (ou seja, uma única classe e seu conjunto de métodos) e sua respectiva documentação externa. É preciso ressaltar que os revisores selecionados para um determinado componente devem preparar-se previamente para a reunião, ou seja, cabe a cada um deles adquirir e analisar previamente a documentação interna e externa do componente a ser avaliado. Espera-se que esta preparação leve em torno de uma a duas horas. Além disso, as recomendações apresentadas na Seção 6.4 são válidas também neste processo.

O processo de verificação inicia-se quando o desenvolvedor do componente terminar o seu desenvolvimento. A este componente deve ser associado um *status*, cujo valor, neste caso, deve ser AR - Aguardando Revisão.

Cabe ao coordenador de revisão, periodicamente (periodicidade a ser decidida de acordo com as necessidades da organização), verificar se existem componentes com *status* AR e selecionar, para cada um deles, seus revisores e o líder da revisão. Precisa-se definir alguma forma textual para que o coordenador da revisão informe aos revisores que foram

selecionados para revisar um determinado componente, ressaltando qual deles será o líder da revisão. Um mecanismo que pode ser utilizado para este fim é o aviso por *e-mail*.

Tendo o revisor sido informado de que é o líder da revisão de um determinado componente, o mesmo deverá entrar em contato com o desenvolvedor e com os outros revisores para marcar uma data para a realização da reunião de revisão. É ainda responsabilidade do líder da revisão: estabelecer uma agenda para a reunião, comunicar aos outros revisores o dia/hora/local da reunião de revisão, além das responsabilidades de um revisor comum. Cada revisor, depois de receber a notificação de que foi escolhido para revisar um determinado componente, deve obter a documentação do mesmo e analisá-la para, na reunião, somente apontar os problemas encontrados.

O processo de disponibilização do componente para verificação é ilustrado na Figura 8.5.

Figura 8.5: Disponibilização dos Componentes para o Processo de Verificação

A reunião deve começar com uma breve discussão de sua agenda e uma introdução do componente a ser avaliado. Cabe ao revisor com papel de secretário anotar todas as questões importantes discutidas. Depois da introdução do componente deve-se levantar os problemas encontrados pelo(s) revisor(es) durante sua preparação. Todos os problemas que forem validados devem ser anotados.

No final da reunião o componente pode ser aceito sem modificação, rejeitado por possuir erros graves ou aceito provisoriamente. Todos os componentes devem poder ser recuperados em uma busca, porém, somente componentes aprovados sem restrições devem ter

o seu reuso incentivado. No resultado das consultas, o *status* dos componentes deve ser apresentado.

Caso um componente seja aceito sem restrições, sem a necessidade de modificações, seu *status* deverá ser modificado para AP - Aprovado. Este processo é ilustrado na Figura 8.6.

Figura 8.6: Componente Aprovado Sem Modificações

Quando um componente não atende a todos os requisitos exigidos, porém atende a um grupo considerado essencial e tem urgência em ser disponibilizado, ele deve ser aprovado provisoriamente. Neste caso, o *status* do componente deverá ser alterado para AC - Aguardando Correção.

O desenvolvedor do componente deverá ter então um tempo máximo, a ser estipulado pela organização, para realizar as correções necessárias. Passado este período, o grupo pode adotar algum tipo de política, como, por exemplo, avisar ao desenvolvedor que se o componente não for atualizado dentro do prazo, ele será definitivamente reprovado. Caso o componente não seja mesmo atualizado, ele deve receber o *status* RP - Reprovado. Caso contrário, isto é, se o componente for corrigido, reinicia-se o processo de verificação, ou seja, o mesmo deve ser novamente documentado e submetido a revisão, como se fosse uma nova versão do componente. O processo de atualização do componente pode ser visualizado graficamente na Figura 8.7.

É importante lembrar que um componente com *status* AC poderá ser apresentado em uma consulta e até mesmo recuperado do repositório de componentes. Porém não recomenda-se que ele seja reutilizado. Desenvolvedores que optem por fazê-lo deverão estar cientes de que esta não é uma versão "reutilizável" e que, possivelmente, deverá ser atualizada.

Figura 8.7: Componente Aprovado Provisoriamente

Os componentes que não apresentarem nem mesmo os requisitos considerados essenciais não deverão ser aceitos e deverão receber o *status* RP - Reprovado. Este processo é ilustrado na Figura 8.8.

Figura 8.8: Componente Reprovado

Cabe ao líder da revisão alterar o *status* do componente após a sua avaliação.

Ao final de cada revisão deve ser gerado um documento contendo o nome do componente que foi avaliado, sua versão ou *branch*², os participantes da revisão, a data da revisão, o parecer dado ao componente (aprovado, aprovado provisoriamente ou reprovado) e quais

²Versões isoladas em uma outra linha de desenvolvimento que não a principal. Na árvore de armazenamento das versões, a principal linha de desenvolvimento é chamada de tronco, enquanto que estas outras linhas são chamadas de ramificações. Na ferramenta de controle de versões chamada CVS (*Concurrent Versions System*), as ramificações são chamadas de *branches* (Cederqvist, Grubbs, Brunskill, Dyer, Pingle, Peterson, Wallin, Koschuetzki, & Brown 1992).

são os pontos problemáticos (caso existam). A geração deste documento também é de responsabilidade do líder da revisão.

Vale ressaltar que o processo de verificação é o mesmo tanto para novos componentes como para novas versões dos mesmos, sendo que novas versões somente poderão ser autorizadas para componentes já existentes e com *status* aprovado. A re-documentação de componentes com *status* aprovado provisoriamente pode também ser considerada como uma nova versão do mesmo.

Devido a alta rotatividade dos desenvolvedores, característica considerada na proposição destas diretrizes, é importante ressaltar a necessidade da existência de uma pessoa responsável pelo treinamento dos novos desenvolvedores. Neste trabalho, propõe-se que o responsável por tal tarefa, no âmbito das revisões, seja o coordenador de revisão. Este coordenador deverá então treinar, quando necessário, novos revisores, novos líderes de revisão e novos coordenadores de revisão. Este treinamento deve ser realizado em paralelo às últimas semanas ou meses de trabalho do desenvolvedor que irá deixar a organização, integrando gradualmente o novo desenvolvedor às suas novas atribuições.

Vale ressaltar que o processo de execução de verificação sugerido procura contemplar diversos pontos apresentados como importantes no decorrer deste trabalho como a garantia da conformidade com padrões estabelecidos (página 24) e o fato de a documentação ser verificável (página 46), além de procurar manter o máximo fidelidade à teoria apresentada no Capítulo 6 (referente à revisão técnica formal, maneira pela qual a verificação é realizada segundo o que foi proposto).

Crítérios da Verificação

Como citado anteriormente é preciso que exista um critério para aprovação dos componentes. Além disso, é preciso que se especifique quais requisitos são *essenciais* (cuja presença garante uma *aprovação provisória*, temporária) e quais requisitos são *exigidos* (que englobam os requisitos essenciais e cuja presença garante a *aprovação total* do componente).

Este trabalho considera como um requisito essencial e indispensável para a aprovação provisória do componente a necessidade de sua disponibilização aos desenvolvedores em caráter de urgência. Além disso, nas Tabelas 8.4 e 8.5 são apresentados os outros requisitos considerados essenciais aos componentes, referentes à sua documentação externa e interna, respectivamente.

Requisitos Essenciais aos Componentes (Aprovação Provisória)	
Referentes à Documentação Externa	
Classe	Método
Nome	Nome
Versão	Autor(es)
Autor(es)	Data de Criação
Data de Criação	Unicidade da Funcionalidade
Super-Classe (somente para sub-classes)	Descrição da Funcionalidade
Classificação Hierárquica	Parâmetro(s) de Entrada
Código-fonte	Parâmetro(s) de Saída
Funcionalidade Principal	Palavra(s)-Chave
Contexto de Uso	Pré-Condição para Execução do Método
Pré-Condição para Execução da Classe	Pós-Condição da Execução do Método
Pós-Condição da Execução da Classe	Documentos Diversos
Palavra(s)-Chave	Informações Detalhadas dos Teste
Dependência(s)	Documentação Escrita no Idioma Padrão
Atributo(s) da Classe	
Domínio (área de trabalho para revisão)	
Documentos Diversos	
Alteração(ões)	
Data da(s) Alteração(ões)	
Autor(es) da(s) Alteração(ões)	
Documentação Escrita no Idioma Padrão	

Tabela 8.4: Requisitos Essenciais Aos Componentes (Aprovação Provisória) Referentes à Documentação Externa

Requisitos Essenciais aos Componentes (Aprovação Provisória)	
Referentes à Documentação Interna	
Nome da classe	
Autor(es) da classe original	
Data de criação da classe original	
Função global da classe	

continua na próxima página...

continuação

Requisitos Essenciais aos Componentes (Aprovação Provisória)
Referentes à Documentação Interna
Palavras-chave da classe
Versão (autor(es) e data)
No caso de sub-classes, classe(s) base(s)
Descrição das pré e pós-condições para execução desta classe
Definir pré e pós-condições, autor(cs), data de criação, palavras-chave e função (única) dos métodos no início dos mesmos através de comentários
Seguir as regras de nomenclatura
Para Métodos e Classes
<ul style="list-style-type: none">• uso de nomes representativos de sua função global• uso de parâmetros e variáveis com nomes também significativos• declarar todas as variáveis a serem utilizadas no código e não utilizar variáveis globais• cada método deve realizar uma só função e deve ser pequeno, quando possível (recomenda-se que seja menor que 30 linhas)
Realizar o tratamento de exceções de acordo com o estabelecido
Escrever o código e sua documentação no idioma padrão
Métodos a serem reescritos ou redefinidos nas sub-classes devem ser virtuais
Declarar métodos e parâmetros como <i>constant</i> quando possível
Especificar atributos como <i>private</i>
Sempre que possível (exceções devem ser devidamente documentadas):
<ul style="list-style-type: none">• Manter as classes pequenas, com poucos métodos (menos de 25, incluindo métodos herdados)• Manter as sub-classes pequenas, evitando a introdução de muitos novos métodos, não provenientes da herança (recomenda-se menos que 10 métodos novos)• Manter o número de parâmetros dos métodos pequenos (menos de 5 parâmetros)• Manter os métodos pequenos (menos de 30 linhas)

Tabela 8.5: Requisitos Essenciais Aos Componentes (Aprovação Provisória) Referentes à Documentação Interna

Para que os componentes sejam totalmente aprovados é preciso que os mesmos sigam rigorosamente os requisitos definidos, tanto para documentação externa quanto para documentação interna. Vale ressaltar que requisitos não-obrigatórios mas fortemente recomendados, quando não cumpridos, devem ter tal posição justificada. Além disso, merece atenção os requisitos da documentação externa cuja cardinalidade prevê a sua possível inexistência (por exemplo, pode não existir relatório técnico que descreva uma determinada classe). É preciso que se verifique se o requisito não possui mesmo valor ou se o desenvolvedor simplesmente não se preocupou em preenchê-lo.

Pode também ser definido como condição para reprovação de um componente um determinado número de avaliações nas quais o componente não foi totalmente aprovado.

Como inicialmente não é proposta uma inspeção quanto a corretude do código apresentado, é de suma importância que os testes realizados no componente tenham abrangência suficiente para cobrir todos os seus possíveis pontos de erro (é importante lembrar que o objetivo do teste é *descobrir erros*). Assim, o item referente a testes na documentação externa deve ser minuciosamente, cuidadosamente analisado a fim de que se garanta uma qualidade mínima.

8.5.3 Gerência de Configuração

O terceiro e último tópico sugerido neste trabalho para ser abordado inicialmente no processo de introdução do reuso engloba a atividade de gerência de configuração de *software*, cujo objetivo principal é coordenar o desenvolvimento de *software* de maneira a minimizar as dificuldades advindas das grandes modificações que acontecem no decorrer do mesmo.

No caso do desenvolvimento baseado no reuso de componentes de *software* e na construção destes componentes, o controle das alterações é também importante. Através deste controle consegue-se organizar o desenvolvimento de maneira que todos os interessados saibam quais são as diversas versões de um componente, quais estão disponíveis e quais estão sendo alteradas, quem está realizando estas alterações, onde encontrar as diversas versões, entre outras informações.

Um fator importante no gerenciamento de configuração é a existência de uma ferramenta que automatize o controle das versões armazenadas. Tal ferramenta, além de automatizar um controle que manualmente seria difícil de ser executado, também permite que todos os componentes e suas versões estejam reunidos em um único local de acesso controlado.

Como apresentado no Capítulo 7, muitas tarefas estão envolvidas neste esforço para coordenar o desenvolvimento de *software*. Assim, é importante que se defina e documente

quais são as atividades, como e por quem elas serão executadas. Este é o objetivo do plano de gerenciamento de configuração de *software*. Este plano pode então ser definido como “um documento que descreve quais atividades devem ser efetuadas na implantação e na administração do processo de gerenciamento de configuração de *software*. Neste plano também é descrito como e quando as atividades serão efetuadas, quem serão os responsáveis por elas e que recursos serão necessários” (Pacheco 1997). Este plano deve ainda ser desenvolvido de acordo com as peculiaridades de cada organização, isto porque ele depende das metas e soluções alternativas específicas de cada ambiente.

Como este trabalho aborda a introdução do reuso de componentes em ambientes com características semelhantes às de um laboratório de pesquisa (ambiente do estudo de caso), o plano de gerenciamento de configuração nele sugerido, e apresentado a seguir, toma como base a proposta de Pacheco (1997).

Vale ressaltar que o processo de gerência de configuração aqui proposto assemelha-se bastante a teoria apresentada no Capítulo 7, além de cobrir questões importantes apresentadas na Seção 2.4, como a execução de projeto piloto, treinamento, manutenção do plano, entre outras.

A seguir, é apresentado um plano de gerenciamento de configuração contendo as sugestões propostas neste trabalho para serem implantadas inicialmente pelas organizações, ou seja, um modelo inicial de referência para organizações que desejam iniciar seus esforços para implantação da atividade de gerenciamento de configuração. É importante salientar que o conteúdo deste plano está em conformidade e considera a implantação das atividades de documentação e verificação tal como apresentadas nas Seções 8.5.1 e 8.5.2, respectivamente, e, por este motivo, faz menção às mesmas.

Plano de Gerenciamento de Configuração

1. Introdução do Plano

1.1 Propósito

Este plano tem o objetivo de definir e orientar a implantação do gerenciamento de configuração de *software* em organizações com características semelhantes às de um laboratório de pesquisa. Nele são apresentadas informações referentes às tarefas do gerenciamento de configuração, recursos e responsabilidades adaptadas à particularidades comuns deste tipo de organização.

1.2 Escopo

O processo de gerenciamento de configuração aqui proposto é indicado para grupos de trabalho (pessoas com trabalhos inter-relacionados) em organizações com as seguintes características:

- Poucos desenvolvedores;
- Falta de recursos ou indisponibilidade dos mesmos para aquisição de gerenciadores de configuração proprietários;
- Interesse na manutenção de um histórico do trabalho dos desenvolvedores e no controle das alterações efetuadas em seus programas;
- Interesse no reúso de seus programas;
- Inexistência de um organograma formal (gerente, diretor, desenvolvedor);
- Alta rotatividade dos desenvolvedores;
- Utilização de poucas ou nenhuma prática pregada pela comunidade de Engenharia de *Software* no desenvolvimento de *software*;
- Adoção dos requisitos para construção de código e documentação externa, e do processo de revisão técnica formal apresentados nas Seções 8.5.1 e 8.5.2, respectivamente.

1.3. Palavras-Chave

Árvore de Versões: modo de descrever o histórico de versões de cada item da configuração.

Check In/Check Out: método de controle de itens da configuração armazenados no repositório. A operação de *check out* cria uma cópia de um determinado item da configuração no diretório de trabalho. Quando esta operação é executada com a opção *lock* (ou seja, trava) o item copiado permanecerá bloqueado no repositório até que este usuário o armazene novamente no repositório através da operação *check in*. A operação de *check in*, então, é responsável pela atualização do item de configuração no repositório de componentes. É importante ressaltar que estas atividades tem nomes e funções diferentes nas diferentes ferramentas de controle de versão. Esta definição toma como base a ferramenta *Concurrent Versions System* (Cederqvist, Grubbs, Brunskill, Dyer, Pingle, Peterson, Wallin, Koschuetzki, & Brown 1992).

Configuração: conjunto de versões de itens de configuração consistentes, correspondente à determinada versão do sistema.

Grupo de Desenvolvedores: grupo de pessoas que estejam desenvolvendo componentes que estarão sob o controle deste processo de gerenciamento de configuração.

Documentação: conjunto informações e documentos que descrevem as características dos componentes e estão de acordo com os requisitos apresentados na Seção 8.5.1.

Gerenciamento de Configuração de Software: área da Engenharia de *Software* cujo objetivo é coordenar o desenvolvimento de *software* de maneira a minimizar a confusão gerada pelas constantes alterações nas informações que são por ele produzidas.

Item da Configuração: produtos do desenvolvimento de *software* que foram selecionados para estar sob controle de configuração.

Componente: arquivos de código-fonte a serem inseridos na ferramenta de controle de versão.

Linha de Referência (*baseline*): pontos ou momentos bem definidos no processo de desenvolvimento de *software* nos quais os itens sob controle de configuração são identificados, analisados, corrigidos, aprovados e armazenados no repositório.

Pedido de Alteração: documento que descreve autor, data, motivo e mudanças desejadas em um item da configuração.

Repositório: ferramenta de controle de versão de acesso controlado, na qual se armazenam itens da configuração que já tenham passado por uma *baseline*.

Versão ou Revisão: situação de um item de configuração após uma alteração.

2. Gerenciamento

Deve existir um desenvolvedor responsável pelas atividades do gerenciamento de configuração aqui definidas. Devido à limitação de recurso pessoal, este desenvolvedor pode acumular as funções de coordenador do gerenciamento de configuração e do processo de revisão técnica formal. Como coordenador do gerenciamento de configuração, este desenvolvedor tem, basicamente, as seguintes responsabilidades:

- Criar uma estrutura para o repositório;
- Garantir a integridade do repositório através do controle de acesso (garantindo que não foram realizadas alterações sem registro);

- Realizar *backup* do repositório;
- Analisar os pedidos de alteração e, se necessário, liberar um item da configuração para alteração;
- Gerar relatórios de situação da configuração, quando necessário;
- Resolver possíveis problemas de conflito de versões, em conjunto com os autores das alterações. Este problema não deverá ocorrer se não forem autorizadas alterações conflitantes;
- Inserir na ferramenta de controle de versão os componentes, e suas respectivas documentações, aprovados (definitivamente ou provisoriamente) na revisão técnica formal para que façam parte da configuração de *software*;
- Treinar novos desenvolvedores para o assumirem o cargo de coordenador do gerenciamento de configuração, quando necessário. Vale ressaltar que este treinamento deve ocorrer simultaneamente às suas últimas semanas ou meses de trabalho;
- Treinar desenvolvedores no processo de desenvolvimento da organização, considerando atividades como revisão técnica formal, reúso de componentes, entre outras atividades.

Vale ressaltar que algumas destas tarefas (como *backup*, por exemplo) podem ser automatizadas, sendo, no entanto, responsabilidade deste coordenador. Com o decorrer deste plano, serão melhor especificadas as responsabilidades do coordenador de configuração.

Ao grupo de desenvolvedores cabe o fornecimento de todas as informações a ele solicitadas e a execução das tarefas do gerenciamento de configuração a ele atribuídas neste plano. São atividades dos desenvolvedores, por exemplo, submeter seus programas ao controle de configuração, documentá-los devidamente e solicitar alterações quando estas forem necessárias, entre outras.

3. Tarefas do Gerenciamento de Configuração de Software

3.1. Preparação para o Gerenciamento da Configuração de Software

Esta tarefa envolve a seleção dos documentos que comporão a configuração, a definição do momento a partir do qual estes documentos, agora chamados de itens da configuração, serão controlados (*baselines*), a definição de nomes únicos para estes itens, além da forma como será organizado e manipulado o repositório.

- **Seleção dos Itens que Irão Compor a Configuração**

Inicialmente é sugerido que sejam colocados sob controle da gerência de configuração todos os códigos das classes desenvolvidas e suas respectivas documentações. Como especificado nos requisitos para documentação externa, podem ser anexados à documentação diversos outros documentos como, por exemplo, um diagrama de classes. Estes documentos também deverão ser mantidos sob controle de configuração, pois considera-se que estes sejam parte da documentação externa dos componentes.

- **Linhas de Referência**

As *baselines*, ou linhas de referência, são pontos bem definidos no ciclo de desenvolvimento nos quais os itens sob gerenciamento serão identificados, analisados, corrigidos, aprovados e armazenados no repositório sob controle de acesso (da Rocha, Maldonado, & Weber 2001). Estas linhas de referência, em ciclos de desenvolvimento tradicionais, podem ocorrer ao final de cada fase ou em outros momentos definidos pela organização.

Vale ressaltar que, após a passagem de um item de configuração por uma linha de referência, ele é considerado “*baselined*” e somente poderá ser alterado mediante aprovação formal de uma solicitação de mudança feita ao gerente de configuração, evitando assim inconsistências no repositório.

Neste trabalho, como considera-se apenas a etapa de codificação, sugere-se que a *baseline* da mesma seja o término do desenvolvimento do código, ou seja, após o término de uma classe, a mesma, em conjunto com sua documentação externa, deve passar por uma revisão técnica formal. Se estes “documentos” forem aprovados (provisoriamente ou definitivamente), eles devem ser inseridos na ferramenta de controle de versões e, portanto, passar a fazer parte da configuração, isto é, devem se tornar itens da configuração.

- **Identificação dos Itens da Configuração**

A nomenclatura dos itens da configuração do tipo código-fonte deverá seguir as regras de nomenclatura (incluindo o idioma padrão) definidas na Seção 8.5.1, sendo que o arquivo deverá possuir o mesmo nome da classe que descreve (um arquivo deverá possuir somente uma classe).

O arquivo contendo a documentação externa deverá possuir o mesmo nome do arquivo que contém a classe ao qual ela se refere. Os documentos anexa-

dos à documentação externa deverão possuir o nome do componente a que se referem seguidos pelo caractere `_` e o nome original do arquivo.

Por exemplo, o arquivo de código-fonte que descreve a classe *C45ToStdrule*, escrita na linguagem *Perl*, deve se chamar *C45ToStdrule.pm*, sua documentação externa deve possuir o nome *C45ToStdrule.pdf*, caso o arquivo que a contenha seja do tipo PDF, e o arquivo anexado de nome *algorithm.txt* deve ser renomeado para *C45ToStdrule_algorithm.txt*.

No caso de componentes a serem inseridos em *branches*, as regras de nomenclatura para os arquivos se mantém, sendo apenas precedida pela palavra *BRANCH* seguida do caractere `_`. Por exemplo, o arquivo da documentação externa apresentado no exemplo anterior, caso fosse aprovado provisoriamente, seria nomeado *BRANCH_C45ToStdrule.pdf*.

- **Organização do Repositório**

Deverá ser criado um repositório na ferramenta de controle de versões no qual deverão ser colocados todos os itens da configuração aprovados (provisoriamente ou definitivamente) no processo de revisão técnica formal.

Este repositório deverá estar separado em diversos módulos e sub-módulos que reflitam a classificação hierárquica dos componentes, cuja definição fica a cargo da organização e é requisitada na Seção 8.5.1.

É importante ressaltar que o idioma utilizado para nomenclatura dos documentos, dos módulos e sub-módulos do repositório deve ser o idioma padrão (cuja definição também é requisitada na Seção 8.5.1).

Os últimos níveis da classificação hierárquica do repositório deverão ainda ser divididos em sub-módulos, cada um deles contendo um componente. Estes sub-módulos armazenarão, além do componente, toda documentação referente a ele, e deverão possuir o nome deste componente. No caso de *branches*, estes devem ser nomeados pela seguinte regra: *BRANCH_nomedomódulo*. Vale ressaltar que todos estes documentos, quando estiverem no repositório, já foram aprovados, ao menos provisoriamente, em uma revisão técnica formal. Por exemplo, suponha que, em uma organização cujo domínio de atuação é inteligência artificial, exista a classificação *Data Mining⇒Conversion* e que se deseja colocar sob ela o componente (com *status* aprovado) *C45ToStdrule.pm* e toda a sua documentação (*C45ToStdrule.pdf* e *C45ToStdrule_algorithm.txt*).

Deve-se então criar o sub-módulo de nome *C45ToStdRule* e colocar dentro dele os arquivos desejados. Este exemplo está ilustrado na Figura 8.9.

Figura 8.9: Exemplo de Estrutura do Repositório

Deve-se também freqüentemente fazer cópias de segurança do repositório (*backup*).

O responsável pela execução e manutenção de todas estas atividades é o coordenador do gerenciamento de configuração.

- **Relacionamento Entre os Itens da Configuração**

Toda alteração em um item da configuração do tipo código-fonte deverá resultar em uma consulta e, se necessária, modificação na documentação que acompanha este item. Pelo processo aqui sugerido, esta deverá ser também a única razão para alterar uma documentação externa. Assim, o número da versão do arquivo de código-fonte e dos arquivos da documentação externa devem, obrigatoriamente, ser igual.

3.2. Controle da Configuração

Após a execução da revisão técnica formal do componente, se o mesmo for aprovado ou aprovado provisoriamente, o líder da revisão deverá disponibilizá-lo, em conjunto com sua respectiva documentação, para inserção no repositório. Cabe-rá ao coordenador da configuração inserir todos estes arquivos no repositório. É preciso que se decida então como será comunicado ao coordenador da configuração que existem arquivos disponíveis para inserção no repositório. Uma opção seria realizar esta comunicação através de uma mensagem por *e-mail* ou de uma consulta periódica a um local previamente estabelecido para armazenamento dos componentes, e sua respectiva documentação, a serem inseridos na ferramenta de controle de versões.

Os desenvolvedores devem possuir apenas direito de leitura no repositório de componentes, não estando autorizados a fazer qualquer tipo de atualização do mesmo. Desta maneira, estes somente poderiam fazer o *check out* dos itens da

configuração, cuja intenção deverá ser a obtenção do componente para reuso ou para estudo, mas jamais para alteração.

A retirada de componentes com o objetivo de alterá-los deverá poder ser feita somente para componentes com *status* AP - Aprovado mediante autorização do coordenador da configuração. Assim, frente à necessidade de alteração de um item da configuração pertencente ao tronco (ou seja, com *status* AP, disponível para reuso), o desenvolvedor deve solicitar a modificação através de um pedido de alteração. Esta solicitação deve passar por uma avaliação quanto a sua real necessidade e correção. Tal avaliação deve ser realizada pelo coordenador da configuração.

O pedido de alteração poderá conter uma ou mais alterações referentes a um único componente, informações referentes ao autor do pedido, data do pedido, o item que se deseja alterar e sua respectiva versão, a(s) alteração(ões) que se deseja, seu(s) respectivo(s) motivo(s) e breve(s) descrição(ões) do que será feito. Registrado um pedido de alteração para um componente, o mesmo deve ter seu *status* alterado para PA - Com Pedido de Alteração Solicitado.

Após a avaliação de um pedido, o desenvolvedor deverá ser notificado do seu resultado sendo que, em casos de negação deste pedido, esta notificação deve ser acompanhada de uma justificativa.

No caso de pedidos reprovados, o *status* do componente deve ser alterado para AP - Aprovado.

Para os pedidos aprovados, o *status* do componente deve ser alterado para A1 - Em Alteração e o item da configuração correspondente ao componente a ser alterado deve ser bloqueado no repositório pelo coordenador da configuração e disponibilizado ao desenvolvedor em uma área reservada ao mesmo. Em outras palavras, caberá ao coordenador da configuração alterar o *status* do componente e executar a operação de *check out* com *lock* do item da configuração em um diretório especificamente reservado para este fim. Ressalta-se que somente o autor do pedido de alteração deverá ter acesso a este diretório. Sugere-se que este item seja bloqueado no repositório para que se garanta que somente um pedido de alteração está sendo atendido por vez. Desta maneira, não devem haver alterações simultâneas nos componentes e, conseqüentemente, não devem haver conflitos. Por medida de segurança, sugere-se também que exatamente antes de autorizar a alteração do componente, uma consulta ao *status* do mesmo no

repositório (bloqueado ou liberado) seja realizada. O bloqueio deste componente deve obrigatoriamente ser feito assim que o pedido de alteração for aprovado.

Após a alteração do item da configuração, este deve ser documentado e disponibilizado para revisão. Caso esta nova documentação seja aprovada, o item (acompanhado de sua documentação) deverá ser atualizado novamente no repositório (*check in*) pelo coordenador da configuração gerando assim uma nova versão do item e liberando-o para novas alterações. Caso aprovado provisoriamente, o componente deve ser atualizado como *branch* e a versão do tronco deve permanecer bloqueada até que o mesmo seja aprovado sem restrições ou definitivamente reprovado. O número de versão associado ao componente deve ser atualizado na documentação externa antes de a mesma ser também inserida no repositório de controle de versões. Desta maneira pretende-se manter consistentes a versão apresentada na ferramenta e a versão mostrada na documentação. Algumas ferramentas disponibilizam a possibilidade de se gerar novas versões de um arquivo mesmo que não existam diferenças entre a última versão e a atual. Recomenda-se fortemente que tal opção seja selecionada para todos os arquivos dos componentes (código-fonte e documentação externa) a fim de que se mantenha consistentes os seus números de versão.

Se o item da configuração alterado for reprovado na revisão, cabe ao coordenador da configuração associar a sua documentação o status RP - Reprovado e liberar a sua versão bloqueada para novas alterações.

O processo de alteração de itens de configuração está ilustrado na Figura 8.10.

Toda a manutenção e integridade do repositório é responsabilidade do coordenador da configuração.

3.3. Relato da Situação da Configuração

Cabe ao coordenador da configuração gerar os relatórios de configuração que forem necessários. Estes relatórios podem conter novos componentes, componentes reprovados, solicitações de alteração negadas, documentações reprovadas, entre outras informações.

Por ser extremamente dependente das particularidades e necessidades da organização, é de responsabilidade do grupo de trabalho definir que tipos de relatórios devem ser disponibilizados, quais informações devem estar presentes e para quem os mesmos podem ser disponibilizados. É bastante útil a existência de

Figura 8.10: Processo de Alteração de um Item de Configuração

rotinas para geração destes relatórios caso sua implementação seja possível e viável.

3.4. Auditoria da Configuração

Por envolverem atividades complexas e dispendiosas de tempo, num primeiro momento não se sugere a realização de auditorias de configuração. Sendo assim, torna-se responsabilidade dos coordenadores de revisão e de configuração detectar problemas nos procedimentos e nos itens de configuração durante as

atividades de avaliação. Vale ressaltar que os revisores deverão analisar, no caso de alterações nos itens da configuração, se a alteração realizada no item foi exatamente a alteração especificada na solicitação de mudança, não podendo ser aceitas extensões ou reduções na alteração que foi aprovada.

3.5. Controle de Interface

Inicialmente, sugere-se que não seja realizado controle de interface, exceto em casos nos quais sua execução possa trazer benefícios consideráveis.

3.6. Controle de Sub-contratados e Fornecedores

Por se tratar de um plano de configuração para organizações de pequeno porte, considera-se que não existam sub-contratados e fornecedores e, portanto, este tópico não é abordado neste plano. Para organizações que não estejam de acordo com esta consideração, processos para controle do código produzido por sub-contratados e fornecedores devem ser estabelecidos.

4. Roteiro para Implantação do Gerenciamento de Configuração

Neste item é abordada a implantação do gerenciamento de configuração, assim como a implantação da revisão técnica formal e dos padrões de código e documentação, atividades essenciais ao gerenciamento de configuração tal como foi definido neste plano.

A implantação de todas estas atividades deve seguir um roteiro previamente estabelecido. Em um primeiro momento, a organização deverá criar a infra-estrutura necessária e treinar alguns de seus desenvolvedores no uso desta infra-estrutura e dos processos definidos. Posteriormente, deverá ser executado um projeto piloto afim de testar na prática o que foi teoricamente definido. Após a adaptação do processo com base nos resultados dos testes, os desenvolvedores devem ser treinados para suas funções, os componentes já existentes devem passar pelas revisões e o repositório deve ser carregado com os componentes aprovados para então se adotar efetivamente os novos padrões e processos no dia-a-dia dos desenvolvedores.

O roteiro de implantação proposto envolve as seguintes atividades:

- Instalar todas as ferramentas necessárias;
- Testar o processo em um projeto piloto:
 - Designar desenvolvedores para os cargos de coordenador da configuração e coordenador da revisão;

- Designar alguns desenvolvedores (no mínimo dois) para serem revisores no projeto piloto;
 - Escolher um conjunto pequeno, porém representativo, de componentes para serem utilizados no projeto piloto;
 - Treinar os desenvolvedores, coordenadores e revisores seleccionados no processo de revisão técnica formal a ser adotado, no processo de gerenciamento de configuração, nos padrões definidos e nas ferramentas a serem utilizadas;
 - Executar os processos acima mencionados;
 - Verificar os problemas encontrados;
 - Adaptar os processos.
- Designar desenvolvedores para os cargos de coordenador da configuração, coordenador da revisão e revisores, assim como suas respectivas área de atuação. Vale ressaltar que estes desenvolvedores podem ou não ser os mesmos utilizados no projeto piloto. Recomenda-se que, se os desenvolvedores utilizados tenham se adaptado bem às suas funções, eles sejam mantidos para evitar novos esforços de treinamento e adaptação. Quanto ao grupo de revisores, este deve receber novos membros a fim de satisfazer as necessidades da organização;
 - Treinar os coordenadores e revisores, caso necessário, no processo de revisão técnica formal a ser adotado, no processo de gerenciamento de configuração, nos requisitos definidos e nas ferramentas utilizadas;
 - Revisar os componentes já prontos e carregar o repositório com os mesmos;
 - Treinar os desenvolvedores no novo processo de desenvolvimento, agora considerando reuso de componentes, gerenciamento de configuração, revisão técnica formal, padrões para código e documentação, e o uso do repositório de componentes. Este treinamento deve ser particionado por assunto, a fim de não causar grande impacto e tentar minimizar a rejeição aos mesmos;
 - Treinar os desenvolvedores nas ferramentas a serem utilizadas;
 - Liberar o repositório de componentes para uso.

5. Recursos Necessários ao Processo de Gerenciamento de Configuração

Os recursos necessários para a execução do plano de gerenciamento de configuração são:

Pessoas:

Coordenador da Configuração: desenvolvedor responsável por coordenar o gerenciamento de configuração.

Desenvolvedores: desenvolvedores da organização cujo trabalho envolve o reúso de componentes.

Devem também ser considerados os profissionais responsáveis pela execução das revisões (atividade essencial para o processo de gerenciamento de configuração tal como proposto neste plano): revisores, líderes de revisão e coordenador de revisão.

Equipamentos:

Devem ser especificados os equipamentos necessários para a utilização deste processo de gerenciamento de configuração. Por ser muito particular, dependente das ferramentas a serem utilizadas, este item não será detalhado.

Ferramentas:

Neste item devem ser especificadas as ferramentas a serem utilizadas pelo grupo. Mais uma vez, em virtude da sua natureza particular, este item não será detalhado. Porém, ao menos um ponto pode ser ressaltado: a necessidade de uma ferramenta para controle de versões.

Sugere-se o uso do *Concurrent Versions System* (CVS), selecionado durante o estudo de caso, para este fim.

Vale ressaltar que a ferramenta a ser utilizada para controle de versões poderá exigir a execução de algumas atividades extras por parte do coordenador da configuração. Este tipo de responsabilidade precisa ser identificada e especificada no plano de gerenciamento de configuração, exigindo, conseqüentemente, que a ferramenta a ser utilizada já esteja também definida. Por exemplo, a ferramenta CVS (Cederqvist, Grubbs, Brunskill, Dyer, Pingle, Peterson, Wallin, Koschuetzki, & Brown 1992) exige a alteração de arquivos administrativos para registrar a criação dos módulos. Caberia então ao coordenador da configuração alterar este arquivo a fim de registrar a criação dos módulos que reflitam a classificação hierárquica do repositório e a criação dos módulos para cada componente. Neste caso, esta função deveria estar especificada no plano de gerenciamento de configuração.

6. Manutenção

O plano de gerenciamento de configuração de *software* deve refletir a forma como o gerenciamento de configuração está sendo aplicado. Espera-se que a maneira como as tarefas de gerenciamento de configuração de *software* são executadas seja alterada com o decorrer do tempo. Assim, é necessário que o plano de gerenciamento de configuração seja atualizado continuamente para que reflita as mudanças implantadas. Esta tarefa cabe ao coordenador de configuração de *software*, responsável também por decidir quando um determinado ponto do plano deve ser alterado. Dessa maneira, cabe ao coordenador da configuração identificar pontos de melhoria, testar a mudança, alterar o plano de gerenciamento de configuração e implantá-la. Vale ressaltar que a alteração no plano deve, obrigatoriamente, ser informada a todas as pessoas envolvidas.

8.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada uma estratégia para definição e implantação gradativa das atividades e requisitos necessários a um processo de desenvolvimento de *software* baseado no reuso de componentes.

No entanto, para garantir a efetividade de tais atividades e a consistência das informações, um grande esforço de coordenação e gerenciamento deve ser realizado. Certamente, enquanto manual, este esforço está sujeito a falhas. Com o intuito de tentar reduzir esta vulnerabilidade, é proposto um ambiente para automatizar algumas das atividades referentes ao gerenciamento dos componentes - o RaCooMN (**R**eusable **C**omponents **M**anagement **E**nvironment). A especificação desse ambiente é apresentada no capítulo a seguir.

Capítulo 9

RaCooMN - **Reusable Components Management Environment**

9.1 Considerações Iniciais

Certamente, o controle e execução manual de todas as atividades referentes ao gerenciamento dos componentes propostas no capítulo anterior é oneroso e passível de erros ou inconsistências. Assim, nesta seção é descrita a especificação de um ambiente, denominado RaCooMN - **Reusable Components Management Environment**, que auxilia na execução das atividades inicialmente definidas como prioritárias para a introdução do reuso no processo de desenvolvimento de *software* de uma organização: documentação, verificação e gerenciamento de configuração.

9.2 O Processo de Especificação do Ambiente RaCooMN

Colanzi (1999) apresenta um processo de desenvolvimento de *software* denominado ProDes/UML (Processo de Desenvolvimento de *Software* para UML). Este processo não possui notação própria, utilizando a UML¹ (*Unified Modeling Language*) (Fowler & Scott 1997; Fowler & Scott 2000; OMG 2001; Rumbaugh, Jacobson, & Booch 1999) para representar seus diagramas.

O ProDes/UML é composto por quatro fases: *Engenharia de Requisitos, Análise, Projeto e Implementação*. A atividade de teste é iniciada na fase de engenharia de requisitos e

¹Segundo o *Object Management Group* (OMG 2001) a UML é “uma linguagem para especificação, visualização, construção e documentação de artefatos de sistemas de *software*, assim como modelagem de negócio e outros sistemas não-*software*”.

estende-se por todo o processo. Cada uma das fases é descrita, de maneira sucinta, a seguir:

Engenharia de Requisitos São elicitados os requisitos do sistema em termos de casos de uso;

Análise É especificado o comportamento esperado do sistema através da definição da interface entre o mesmo e o ambiente, ou seja, as operações que podem ser executadas;

Projeto É especificado como as funcionalidades do sistema serão implementadas por intermédio da interação de vários objetos;

Implementação Consiste basicamente na tradução do que foi projetado para uma linguagem de programação. Mudanças no projeto podem ser necessárias em função de problemas que tenham sido descobertos nesta fase.

Na Tabela 9.1 é apresentada a relação entre os diagramas produzidos nas fases do ProDes/UML e os diagramas UML.

Fase	Diagramas do ProDes/UML	Diagramas da UML
Engenharia de Requisitos	Diagrama de Casos de Uso	Diagrama de Casos de Uso
	Especificação de Casos de Uso	
	Diagrama de Classes do Domínio	Diagrama de Classes
Análise	Diagrama de Classes de Análise	Diagrama de Classes
	Cenários	Diagramas de Seqüência
	Modelo de Operações	
	Modelo de Ciclo de Vida	Diagramas de Estado
Projeto	Diagrama de Colaboração	Diagrama de Colaboração
	Diagrama de Visibilidade	Diagramas de Classes
	Diagramas de Classes da Análise Refinado	Diagramas de Classes
	Descrição das Classes	
	Diagramas de Estado das Classes	Diagramas de Estado

Tabela 9.1: Correspondência entre os Diagramas das Fases do ProDes/UML e os Diagramas da UML

Neste trabalho, apenas a fase de *engenharia de requisitos* foi contemplada com vistas a especificação do ambiente RaCooMN, apresentada na Seção 9.3.

9.3 RaCooMN - Fase de Engenharia de Requisitos

Como já foi apresentado anteriormente, o RaCooMN - **Reusable Components Management Environment** é um ambiente que auxilia a execução das atividades inicialmente definidas como prioritárias para a introdução do reuso no processo de desenvolvimento de *software* de uma organização: *documentação*, *verificação* e *gerenciamento de configuração*.

Nesta seção, a fase de engenharia de requisitos proposta pelo ProDes/UML será instanciada com as informações do ambiente RaCooMN. Mais especificamente, esta fase pode ser decomposta em duas perspectivas:

- Funcional: descreve as funcionalidades, os requisitos do ambiente. Para captura e entendimento de tais requisitos, a técnica utilizada envolve a criação de casos de uso e especificações dos mesmos;
- Estrutural: constrói-se um modelo estático do domínio do problema abordado. O diagrama de classes do domínio é a visão gráfica utilizada no para representar tal perspectiva.

Nas Seções 9.3.1 e 9.3.2, os produtos das perspectivas funcional e estrutural, instanciados para o ambiente RaCooMN, são apresentados.

9.3.1 Diagramas e Especificações de Casos de Uso

Como já foi citado anteriormente, dois dos produtos da fase de engenharia de requisitos são os *casos de uso* e suas respectivas *especificações*. Os diversos casos de uso podem ser estruturados graficamente em *diagramas de casos de uso*. Tais diagramas têm como elementos principais os atores, os casos de uso e os relacionamentos existentes entre eles. Um ator é uma entidade externa que interage com o ambiente, tal como um usuário ou um outro *software*. O caso de uso representa uma funcionalidade do sistema ou de um classificador, tal como um sub-sistema ou classe, e as relações a ele manifestadas (Colanzi 1999; OMG 2001). Quanto a especificação, não existe um formato rígido para sua estrutura.

Neste trabalho, diversos casos de uso foram especificados. Entre as funções mais importantes neles descritas estão:

- Busca de componentes;
- Obtenção da documentação de um componente;

- Registro de componentes do tipo “em Desenvolvimento”. Esta atividade é proposta com o objetivo comunicar aos desenvolvedores qual a funcionalidade dos componentes que estão em desenvolvimento, já que, pelo que foi proposto no capítulo anterior, somente os componentes que estão prontos são armazenados no repositório de controle de versões. Desta maneira espera-se que não sejam desenvolvidos componentes com a mesma funcionalidade desnecessariamente. Propõe-se então que, ao iniciar o desenvolvimento de um componente, o usuário cadastre-o no ambiente com algumas informações básicas como, por exemplo, nome e funcionalidade. Tais componentes não serão armazenados no repositório da ferramenta de controle de versões e poderão ainda ter o seu desenvolvimento cancelado. Mais detalhes sobre tais componentes podem ser obtidos nas especificações dos casos de uso;
- Registro de novos componentes;
- Cadastro do resultado de uma revisão de um componente;
- Inserção de um componente aprovado ou aprovado provisoriamente no CVS;
- Solicitação de pedido de alteração;
- Cadastro do resultado da avaliação de um pedido de alteração de um componente;
- Disponibilizar um componente para alteração;
- Documentação de alterações em um componente.

Interagindo com os casos de uso aparecem os seguintes atores:

- A_CMCoordinator: Coordenador do Gerenciamento de Configuração;
- A_CVS: *Concurrent Versions System*;
- A_Reviewer: Revisor;
- A_RevisionCoordinator: Coordenador de Revisão;
- A_RevisionLeader: Líder da Revisão;
- A_User: Usuário.

Quanto às especificações dos casos de uso, como já foi citado anteriormente, não existe um padrão definido pela UML para sua construção. Porém, é importante que ela seja

padronizada e organizada, além de possuir um nível de detalhes suficiente para o entendimento das atividades descritas. Desta maneira, neste trabalho, a especificação dos casos de uso foram estruturadas de acordo com o *template* apresentado na Tabela 9.2.

Um outro requisito que deve ser considerado diz respeito a acessibilidade e independência de plataforma do ambiente, sendo bastante interessante que não existam restrições referentes localização física dos usuários ou ao tipo de tecnologia por eles adotada. Deste modo, este ambiente deve ser implementado de maneira a ter sua interface disponibilizada na *World Wide Web* (WWW).

Os diagramas e as especificações dos casos de uso construídos a partir dos requisitos do ambiente RaCooMN são apresentados a seguir.

Nome	
Ator(es)	Lista de atores envolvidos no caso de uso.
Função	Funcionalidade descrita no caso de uso.
Pré-Requisito(s)	Requisitos necessários para a execução do caso de uso.
Curso Normal	Seqüência natural de execução dos passos que compõem o caso de uso.
Curso(s) Alternativo(s)	Seqüência alternativa de execução dos passos que compõem o caso de uso.
Observação(ões)	Observações que forem consideradas importantes.

Tabela 9.2: Estrutura da Especificação dos Casos de Uso

Caso de Uso - Cadastro de Usuário

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.1 e na Tabela 9.3, é descrita a atividade de cadastro de um usuário.

Figura 9.1: Diagrama de Caso de Uso - Cadastro de Usuário

UC_RegisterUser	
Ator(es)	A_CMCoordinator
Função	Cadastrar os Usuários do Ambiente.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona as opções <i>Set Up- New User</i> . 2. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração preenche os campos da aplicação com as informações referentes ao Usuário solicitadas. 3. O Ambiente verifica se as informações obrigatórias foram preenchidas, nas quais estão incluída(s) a(s) área(s) de trabalho do Usuário. 4. Se as informações obrigatórias foram preenchidas, o Ambiente cria efetivamente o Usuário na base de dados e envia uma mensagem ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração avisando que o mesmo foi cadastrado com sucesso.
Curso(s)	Alternativa para o item 1
Alternativo(s)	1. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona as opções <i>Set Up—Alter User Set Up</i> . 2. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona o nome do Usuário e altera os outros dados. 3. Volta ao item 3 do curso normal. Alternativa para o item 4 4. Se uma ou mais informações obrigatórias não estiverem preenchidas, o Ambiente informa o erro ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração e pede que ele o corrija. 5. Volta ao item 2 do curso normal.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.3: Especificação de Caso de Uso - Cadastro de Usuário

Caso de Uso - Cadastro de Área de Trabalho

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.2 e na Tabela 9.4, é descrita a atividade de cadastro das possíveis áreas de trabalho.

Figura 9.2: Diagrama de Caso de Uso - Cadastro de Área de Trabalho

UC_RegisterWorkArea	
Ator(es)	A_CMCoordinator
Função	Cadastrar áreas de trabalho utilizadas na distribuição das revisões.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona as opções <i>Set Up—New Work Area</i> . 2. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração preenche as informações solicitadas referentes à área de trabalho. 3. O Ambiente verifica se as informações obrigatórias foram preenchidas. 4. Se as informações obrigatórias foram preenchidas, o Ambiente cria efetivamente a área de trabalho na base de dados e envia uma mensagem ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração avisando que a mesma foi cadastrada com sucesso.
Curso(s) Alternativo(s)	Alternativa para o item 4 4. Se uma ou mais informações obrigatórias não estiverem preenchidas, o Ambiente informa o erro ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração e pede que ele o corrija. 5. Volta ao item 2 do curso normal.

continua na próxima página...

continuação

UC_RegisterWorkArea	
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.4: Especificação de Caso de Uso - Cadastro de Área de Trabalho

Caso de Uso - Conexão ao Ambiente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.3 e na Tabela 9.5, é descrita a atividade de conexão ao ambiente.

Figura 9.3: Diagrama de Caso de Uso - Conexão ao Ambiente

UC Login	
Ator(es)	A User
Função	Conectar o Usuário ao Ambiente.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Usuário informa ao Ambiente seu nome de Usuário e sua senha, e seleciona a opção <i>Login</i> . 2. O Ambiente checa se o Usuário é uma pessoa autorizada para utilizá-lo (ou seja, se está cadastrado no Ambiente), se sua senha está correta e quais as funções, e conseqüentemente o tipo de interface, que lhe devem ser disponibilizadas. 3. Se o Usuário é uma pessoa autorizada e sua senha está correta, o Ambiente disponibiliza a ele a interface de entrada referente às funcionalidades disponíveis ao seu tipo de Usuário.

continua na próxima página...

continuação

UC Login	
Curso(s)	Alternativa para o item 3
Alternativo(s)	3. Se o Usuário não é uma pessoa autorizada ou se sua senha não está correta, o Ambiente disponibiliza a ele uma interface que especifique o problema que nao permitiu a conexão.
Observação(ões)	A execução deste caso de uso é pré-requisito para todos os outros, ou seja, para a execução de qualquer uma das funções descritas, exceto a função de conexão, é preciso que este caso de uso seja previamente executado.

Tabela 9.5: Especificação de Caso de Uso - Conexão ao Ambiente

Caso de Uso - Desconexão do Ambiente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.4 e na Tabela 9.6, é descrita a atividade de desconexão de um usuário do ambiente.

Figura 9.4: Diagrama de Caso de Uso - Desconexão do Ambiente

UC Logout	
Ator(es)	A_User
Função	Desconectar um Usuário do Ambiente.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.

continua na próxima página...

continuação

UC Logout	
Curso Normal	1. O Usuário solicita a sua desconexão do Ambiente selecionando a opção Logout. 2. O Ambiente finaliza sua conexão com o Usuário de maneira a não permitir que um Usuário consiga se conectar novamente ao mesmo, exceto através da função Login (descrita no caso de uso UC_Login). 3. O Ambiente disponibiliza ao Usuário sua interface de conexão.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.6: Especificação de Caso de Uso - Desconexão do Ambiente

Caso de Uso - Busca de Componentes

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.5 e na Tabela 9.7, é descrita a atividade de busca por componentes que satisfaçam determinadas condições.

Figura 9.5: Diagrama de Caso de Uso - Busca de Componentes

UC_SearchComponent	
Ator(es)	A_User

continua na próxima página...

continuação

UC_SearchComponent	
Função	Encontrar componentes que possuam as características especificadas na busca. Estas características podem ser especificadas pelo Ambiente ou pelo Usuário.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	<div>1. O Usuário seleciona o tipo de busca que deseja fazer: normal, avançada ou através de um índice (classificação hierárquica).</div> <div>2. O Usuário informa ao Ambiente as características da busca que deseja realizar.</div> <div>3. O Ambiente procura componentes que satisfaçam as características especificadas pelo Usuário e pelo próprio Ambiente, caso existam. Entre os itens para os quais podem ser especificadas condições para recuperação de componentes estão nome, autor(es), data de criação, funcionalidade, contexto, palavras-chave, versão e status (DV - Em Desenvolvimento, AV - Em Avaliação, FN - Finalizado, CC - Cancelado, AR - Aguardando Revisão, AC - Aguardando Correção, AP - Aprovado, RP - Reprovado, PA - Com Pedido de Alteração Solicitado ou AT - Em Alteração) do componente, e nome, autor(es), data de criação, funcionalidade, descrição detalhada da funcionalidade e palavras-chave dos métodos de um componente.</div> <div>4. O Ambiente disponibiliza ao Usuário uma lista contendo os componentes que satisfazem as condições especificadas. Nesta lista, são apresentados o nome e a versão do componente, além de seu status e autores.</div>
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.7: Especificação de Caso de Uso - Busca de Componentes

Caso de Uso - Visualização da Documentação de um Componente e Obtenção dos seus Arquivos no Concurrent Versions System (CVS)

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.6 e nas Tabelas 9.8, 9.9 e 9.7, são descritas as atividades de visualização, em sua interface, da documentação de um determinado componente e obtenção dos seus arquivos (código-fonte e documentação externa) na ferramenta de controle de versão (CVS).

Figura 9.6: Diagrama de Caso de Uso - Visualização e Obtenção da Documentação de um Componente

UC_VisualizeComponentDocumentation	
Ator(es)	A_User
Função	Obter a documentação do componente desejado, incluindo os arquivos do componente armazenados na ferramenta CVS.
Pré-Requisito(s)	Nenhuma.
Curso Normal	1. O Usuário seleciona a opção <i>Search Component</i> . 2. Execução do caso de uso <i>UC SearchComponent</i> . 3. O Usuário seleciona o componente cuja documentação deseja visualizar.

continua na próxima página...

continuação

UC_VisualizeComponentDocumentation	
Curso Normal	<p>4. O Ambiente apresenta ao Usuário, em sua interface, as informações do componente selecionado e disponibiliza, caso o mesmo esteja com <i>status</i> AP - Aprovado, AC - Aguardando Correção, PA - Com Pedido de Alteração Solicitado ou AT - Em Alteração, a possibilidade de acesso aos arquivos do componente no CVS pela seleção da opção <i>Get CVS Files</i>.</p> <p>5. O Usuário seleciona a opção <i>Get CVS Files</i>.</p> <p>6. Se o componente não estiver com <i>status</i> AP, o Ambiente informa ao Usuário que o reuso deste componente não é recomendado e pergunta se ele ainda deseja obter seus arquivos.</p> <p>7. Se o Usuário selecionar a opção <i>Yes</i>, o Ambiente ativa o caso de uso <i>UC_CheckOutComponent</i>.</p>
Curso(s) Alternativo(s)	<p>Alternativa para o item 5</p> <p>5. O Usuário não seleciona a opção para obtenção dos arquivos no CVS e passa para outra função do Ambiente, finalizando assim este caso de uso.</p> <p>Alternativa para o item 6</p> <p>6. Se o componente estiver com <i>status</i> AP, o Ambiente ativa o caso de uso <i>UC_CheckOutComponent</i>.</p> <p>Alternativa para o item 7</p> <p>7. Se o Usuário selecionar a opção <i>No</i>, o Ambiente volta para a interface de apresentação da sua documentação, voltando assim ao item 4 do curso normal.</p>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.8: Especificação de Caso de Uso - Visualização da Documentação de um Componente

UC_CheckOutComponent	
Ator(es)	A_CVS
Função	Obter os arquivos de um determinado componente na ferramenta de controle de versão (CVS) e disponibilizá-los em um diretório específico para o Usuário que os solicitou.
Pré-Requisito(s)	Estar na interface de apresentação da documentação de um componente e ter selecionado a opção <i>Get CVS Files</i> e a opção <i>Yes</i> , se esta última for apresentada.

continua na próxima página...

continuação

UC <i>CheckOutComponent</i>	
Curso Normal	1. O Ambiente executa um <i>script</i> que realiza o <i>check out</i> dos arquivos do componente e os disponibiliza em um diretório específico do Usuário que os solicitou, sendo permitido a tal usuário, e somente a ele, apenas o direito de leitura dos arquivos deste diretório. O caminho deste diretório deve ser de conhecimento prévio de cada Usuário.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma

Tabela 9.9: Especificação de Caso de Uso - Obtenção da Documentação de um Componente

Caso de Uso - Registro de Componentes do Tipo "Em Desenvolvimento"

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.7 e na Tabela 9.10, é descrita a atividade de registro de componentes que estão em desenvolvimento.

Figura 9.7: Diagrama de Caso de Uso - Registro de Componentes em Desenvolvimento

UC <i>RegisterDevelopingComponent</i>	
Ator(es)	A User
Função	Registrar o início do desenvolvimento de um componente, a fim de informar aos outros Usuários os componentes que estão sendo produzidos.

continua na próxima página...

continuação

UC_RegisterDevelopingComponent	
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Usuário seleciona as opções <i>Document Component</i> → <i>New Developing Component</i> . 2. O Usuário preenche os campos da aplicação com as informações solicitadas do componente. A informação referente ao autor do componente deve ser automaticamente preenchida pelo Ambiente a partir do Usuário conectado ao mesmo e não deve poder ser alterada. 3. O Ambiente verifica o preenchimento dos campos obrigatórios. 4. Se os campos obrigatórios estiverem preenchidos, o Ambiente cria o componente do tipo "em desenvolvimento" efetivamente na base de dados, associando ao mesmo o <i>status</i> DV - Em Desenvolvimento. 5. O Ambiente envia uma mensagem ao Usuário informando que o componente foi registrado com sucesso.
Curso(s)	Alternativa para o item 4
Alternativo(s)	4. Se ao menos um dos campos obrigatórios não estiver preenchido, o Ambiente envia uma mensagem ao Usuário pedindo a ele que preencha os campos obrigatórios. 5. Volta ao item 2 do curso normal.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.10: Especificação de Caso de Uso - Registro de Componentes em Desenvolvimento

Caso de Uso - Registro do Cancelamento de Componentes do Tipo "Em Desenvolvimento"

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.8 e nas Tabelas 9.11 e 9.7, é descrita a atividade de cancelamento do desenvolvimento de um determinado componente.

UC_RegisterDevelopingComponentCancellation	
Ator(es)	A_User

continua na próxima página...

continuação

UC_RegisterDevelopingComponentCancellation	
Função	Registrar o cancelamento do desenvolvimento de um componente.
Pré-Requisito(s)	Ter o componente registrado com status DV - Em Desenvolvimento e ser o autor do mesmo.
Curso Normal	<div>1. O Usuário seleciona as opções <i>Document Component -Register Developing Component Cancellation</i>.</div> <div>2. O Ambiente apresenta a interface de busca.</div> <div>3. Execução do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i>, restringindo automaticamente a busca para componentes com status DV e dos quais o Usuário conectado ao Ambiente é autor.</div> <div>4. O Usuário seleciona o componente cujo cancelamento deseja registrar.</div> <div>5. O Ambiente envia uma mensagem pedindo ao Usuário para confirmar a operação.</div> <div>6. O Usuário seleciona a opção <i>Yes</i>.</div> <div>7. O Ambiente altera o <i>status</i> do componente para CC - Cancelado na base de dados e envia uma mensagem ao Usuário informando que o cancelamento foi registrado com sucesso.</div>
Curso(s)	Alternativa para o item 5
Alternativo(s)	<div>5. O Usuário seleciona a opção <i>No</i>.</div> <div>6. O Ambiente disponibiliza novamente ao Usuário o resultado da busca.</div> <div>7. Volta ao item 4 do curso normal.</div>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.11: Especificação de Caso de Uso - Registro do Cancelamento de um Componente em Desenvolvimento

Caso de Uso - Registro de Novos Componentes

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.9 e nas Tabelas 9.12 e 9.7, é descrita a atividade de registro de novos componentes.

Figura 9.8: Diagrama de Caso de Uso - Registro do Cancelamento de um Componente em Desenvolvimento

Figura 9.9: Diagrama de Caso de Uso - Registro de Novos Componentes

UC_RegisterNewComponent	
Ator(es)	A_User
Função	Documentar e registrar um componente finalizado e, posteriormente, disponibilizá-lo para o processo de revisão.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	<p>1. O Usuário selecciona as opções <i>Document Component—New Component</i>.</p> <p>2. O Usuário preenche os campos da aplicação com as informações solicitadas, seleccionando inclusive o componente do tipo “em desenvolvimento” com <i>status</i> DV - Em Desenvolvimento que o originou, se ele existir. Vale ressaltar que somente os componentes com <i>status</i> DV que são de autoria do Usuário conectado ao Ambiente devem estar disponíveis para conexão com o componente que está sendo cadastrado. É importante lembrar que, mais uma vez, deverão existir campos cujo preenchimento não é de responsabilidade do Usuário, tais como a versão e a informação de que o autor que está cadastrando o componente é obrigatoriamente um de seus autores.</p> <p>3. O Ambiente verifica o preenchimento dos campos obrigatórios.</p> <p>4. Se os campos obrigatórios estiverem preenchidos, o Ambiente cria efetivamente a versão do componente na base de dados classificando o seu <i>status</i> como AR - Aguardando Revisão e altera o <i>status</i> do componente do tipo “em desenvolvimento” para AV - Em Avaliação.</p> <p>5. O Ambiente envia uma mensagem ao Usuário informando que o componente foi documentado com sucesso e está aguardando sua revisão.</p> <p>6. O Ambiente envia uma mensagem (por e-mail) ao Coordenador de Revisão informando que o componente foi cadastrado e está aguardando revisão.</p>
Curso(s)	Alternativa para o item 4
Alternativo(s)	<p>4. Se ao menos um dos campos obrigatórios não estiver preenchido, o Ambiente envia uma mensagem ao Usuário pedindo a ele que os preencha.</p> <p>5. Voltar ao item 2 do curso normal.</p> <p>Alternativa para o item 1</p> <p>1. O Usuário selecciona a opção <i>Search Component</i>.</p> <p>2. Execução do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i>, restringindo manualmente a busca para componentes com <i>status</i> DV - Em Desenvolvimento dos quais ele é autor.</p> <p>3. O Usuário selecciona um componente.</p> <p>4. O Ambiente mostra a documentação do componente seleccionado.</p> <p>5. O Usuário selecciona a opção <i>Register New Component</i>, disponível somente na interface do autor de um componente do tipo “em desenvolvimento” com <i>status</i> DV. Com isso, somente o autor de um componente do tipo “em desenvolvimento” com <i>status</i> DV pode associar ao mesmo um novo componente.</p>

continua na próxima página...

continuação

UC RegisterNewComponent	
Curso(s)	6. O Ambiente mostra a interface de cadastro de componente, já com o campo referente ao componente do tipo "em desenvolvimento" relacionado ao novo componente preenchido e sem possibilidade de alteração.
Alternativo(s)	7. O Usuário preenche os campos da aplicação com as informações solicitadas. É importante lembrar que, mais uma vez, deverão existir campos cujo preenchimento não é de responsabilidade do Usuário, tais como a versão e a informação de que o autor que está cadastrando o componente é obrigatoriamente um de seus autores. 8. O Ambiente verifica o preenchimento dos campos obrigatórios. 9. Se todos os campos obrigatórios estiverem preenchidos, o Ambiente cria efetivamente a versão do componente na base de dados classificando o seu status como AR e altera o status do componente do tipo "em desenvolvimento" para AV. 10. O Ambiente envia uma mensagem ao Usuário informando que o componente foi documentado com sucesso e está aguardando sua revisão. 11. O Ambiente envia uma mensagem (por e-mail) ao Coordenador de Revisão informando que o componente foi cadastrado e está aguardando revisão. Alternativa para o item 9 do curso alternativo para o item 1 9. Se ao menos um dos campos obrigatórios não estiver preenchido, o Ambiente envia uma mensagem ao Usuário pedindo a ele que preencha os campos obrigatórios. 10. Voltar ao item 7 do curso alternativo para o item 1.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.12: Especificação de Caso de Uso - Registro de Novos Componentes

Caso de Uso - Seleção dos Revisores e do Líder da Revisão de um Componente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.10 e na Tabela 9.13, é descrita a atividade de seleção dos revisores e do líder da revisão de um componente.

UC DistributeReviewers	
Ator(es)	A_RevisionCoordinator
Função	Selecionar os revisores e o líder da revisão de um determinado componente.

continua na próxima página...

continuação

UC <i>DistributeReviewers</i>	
Pré-Requisito(s)	Ter o componente documentado e registrado com <i>status</i> AR - Aguardando Revisão.
Curso Normal	<div>1. O Coordenador de Revisão seleciona as opções <i>Revision—Revision Waiting the Distribution of Reviewers And Revision Leader Roles</i>.</div> <div>2. O Ambiente disponibiliza ao Coordenador de Revisão uma listagem contendo os componentes que estão aguardando revisão, ou seja, os componentes que estão com <i>status</i> AR - Aguardando Revisão e não tiveram revisores associados a eles.</div> <div>3. O Coordenador de Revisão seleciona o componente cujos revisores serão definidos.</div> <div>4. O Coordenador de Revisão seleciona os revisores do componente.</div> <div>5. O Coordenador de Revisão seleciona o líder da revisão, que deve ser também um revisor.</div> <div>6. O Ambiente verifica se todos os papéis (revisor e líder da revisão) foram distribuídos.</div> <div>7. Se todos os papéis estiverem distribuídos, o Ambiente cadastra-os na base de dados e envia ao Coordenador da Revisão uma mensagem comunicando que a distribuição dos revisores foi realizada com sucesso.</div> <div>8. O Ambiente envia uma mensagem (por <i>e mail</i>) aos revisores e ao líder da revisão informando que eles foram selecionados para a revisão do componente, ressaltando o componente e a função que deverão exercer.</div>
Curso(s) Alternativo(s)	<div>Alternativa para o item 7</div> <div>7. Se um ou mais papéis não estiverem distribuídos, o Ambiente envia ao Coordenador da Revisão uma mensagem solicitando que o mesmo aloque pessoa(s) para o(s) papeli(s) solicitado(s).</div> <div>8. Volta ao item 4 se o papel solicitado é o de revisor ou ao item 5 se o papel solicitado é o de líder da revisão, ambos itens provenientes do curso normal.</div>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.13: Especificação de Caso de Uso - Seleção dos Revisores e do Líder da Revisão de um Componente

Caso de Uso - Agendamento da Reunião de Revisão de um Componente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.11 e na Tabela 9.14, é descrita a atividade de agendamento da reunião de revisão de um determinado componente.

Figura 9.10: Diagrama de Caso de Uso - Seleção dos Revisores e do Líder da Revisão de um Componente

Figura 9.11: Diagrama de Caso de Uso - Agendamento da Reunião de Revisão de um Componente

UC <i>AppointRevisionMeeting</i>	
Ator(es)	A_RevisionLeader
Função	Agendar a revisão de um componente.
Pré-Requisito(s)	Componente registrado com <i>status</i> AR - Aguardando Revisão, cujos revisores e líder da revisão já tenham sido seleccionados.
Curso Normal	<div>1. O Líder da Revisão selecciona as opções <i>Revision ->Revision To Appoint</i>.</div> <div>2. O Ambiente disponibiliza ao Líder da Revisão uma lista com os componentes que estão aguardando revisão e das quais ele é líder, ou seja, componentes com <i>status</i> AR para os quais o Usuário é o líder da revisão e a mesma ainda não foi agendada.</div> <div>3. O Líder da Revisão selecciona o componente cuja revisão será agendada.</div> <div>4. O Líder da Revisão informa a data, hora e local da revisão.</div> <div>5. O Ambiente verifica se todas as informações foram preenchidas.</div> <div>6. Se todas as informações estiverem presentes, o Ambiente cadastra os dados na base e envia ao Líder da Revisão uma mensagem comunicando que a revisão foi agendada com sucesso.</div> <div>7. O Ambiente envia uma mensagem (por <i>e-mail</i>) aos revisores do componente (incluindo o líder da revisão) e aos seus autores informando a data, hora e local da revisão.</div>
Curso(s)	Alternativa para o item 6
Alternativo(s)	<div>6. Se uma ou mais informações solicitadas não estiverem presentes, o Ambiente envia ao Líder da Revisão uma mensagem solicitando que o mesmo preencha a(s) informação(ções) ausente(s).</div> <div>7. Volta ao item 4 do curso normal.</div>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.14: Especificação de Caso de Uso - Agendamento da Reunião de Revisão de um Componente

Caso de Uso - Visualização dos Componentes Seleccionados para Serem Revisados por um Determinado Revisor

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.12 e na Tabela 9.15, é descrita a atividade de visualização dos componentes seleccionados para serem revisados por um determinado revisor.

Figura 9.12: Diagrama de Caso de Uso - Visualização dos Componentes Seleccionados para Serem Revisados por um Determinado Revisor

UC_VisualizeComponentToReview	
Ator(es)	A_Reviewer
Função	Visualizar os componentes que devem ser revisados pelo Revisor conectado ao Ambiente.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Revisor seleciona as opções <i>Revision - Component To Review</i> . 2. O Ambiente disponibiliza ao Revisor uma lista contendo os componentes que estão aguardando sua revisão, ou seja, os componentes que estão com <i>status</i> AR - Aguardando Revisão para os quais ele foi selecionado como revisor e cuja revisão ainda não tenha sido executada. 3. O Revisor seleciona um componente. 4. O Ambiente mostra os dados da reunião de revisão, indicando que a mesma já foi agendada, ou uma mensagem indicando que ela não foi marcada. 5. O Revisor seleciona a opção <i>Get Component Files</i> . 6. O Ambiente salva em um diretório específico do Revisor (e de conhecimento prévio do mesmo), e destinado somente a esta finalidade, o arquivo de código-fonte do componente, os arquivos anexados à documentação externa e o arquivo do tipo PDF que contém as informações de sua documentação externa (gerado automaticamente pelo Ambiente a partir das informações da base de dados). Vale ressaltar que o Revisor deve ter apenas direito de leitura neste diretório.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.15: Especificação de Caso de Uso - Visualização dos Componentes Seleccionados para Serem Revisados por um Determinado Revisor

Caso de Uso - Cadastro do Resultado de uma Revisão de um Componente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.13 e nas Tabelas 9.16, 9.17 e 9.18, é descrita a atividade de cadastro do resultado de uma revisão de um componente.

Figura 9.13: Diagrama de Caso de Uso - Cadastro do Resultado de uma Revisão de um Componente

UC AssessComponent	
Ator(es)	A_RevisionLeader e A_User
Função	Cadastrar o resultado da avaliação (revisão) de um componente.
Pré-Requisito(s)	Realização da reunião de avaliação do componente.

continua na próxima página...

continuação

UC_AssessComponent	
Curso Normal	<p>1. O Líder da Revisão seleciona as opções <i>Revision - Revision To Assess</i>.</p> <p>2. O Ambiente disponibiliza ao Líder da Revisão uma lista com os componentes cuja avaliação ele pode cadastrar, ou seja, componentes com <i>status</i> AR - Aguardando Revisão, cujos revisores já foram selecionados, cujas reuniões já foram agendadas e realizadas, e para as quais ele é o líder.</p> <p>3. O Líder da Revisão seleciona o componente cuja avaliação será cadastrada.</p> <p>4. O Líder da Revisão informa o resultado da avaliação.</p> <p>5. Se todos os campos obrigatórios do formulário de avaliação estiverem preenchidos, o Ambiente envia uma mensagem ao Líder de Revisão informando que a avaliação foi cadastrada com sucesso.</p> <p>6. O Ambiente envia uma mensagem (por e-mail) ao(s) Usuário(s) autor(es) do componente, informando o(s) do resultado da avaliação.</p> <p>7. Se o componente foi aprovado, o Ambiente ativa o caso de uso <i>UC_CheckInComponent</i> e altera seu <i>status</i> para AP - Aprovado. Se existir componente do tipo "em desenvolvimento" com <i>status</i> AV - Em Avaliação associado a este componente, o Ambiente altera tal atributo para o valor FN - Finalizado. Se tal versão tiver sido originada a partir de uma alteração previamente solicitada e aprovada, a versão anterior (que deverá estar bloqueada no CVS) deve ser liberada e deve ter seu <i>status</i> no repositório alterado para AP - Aprovado, e o pedido de alteração a ela associado deve ter o <i>status</i> alterado para AI - Alteração Finalizada. A existência de componente do tipo "em desenvolvimento" associado à versão e pedido alteração associado à versão anterior a avaliada são situações mutuamente exclusivas.</p> <p>8. Se o componente foi reprovado, o Ambiente altera seu <i>status</i> para RP - Reprovado e o <i>status</i> do componente do tipo "em desenvolvimento", caso exista, de AV - Em Avaliação para DV - Em Desenvolvimento. Se tal versão tiver sido originada a partir de uma alteração previamente solicitada e aprovada, a versão anterior, que deverá estar bloqueada no CVS, deve ser liberada e seu <i>status</i> no repositório modificado para AP, e o pedido de alteração a ela associado deve ter seu <i>status</i> modificado para AI - Alteração Finalizada. A existência de componente do tipo "em desenvolvimento" associado à versão e pedido alteração associado à versão anterior a avaliada são situações mutuamente exclusivas.</p> <p>9. Se o componente foi aprovado provisoriamente, o Ambiente ativa o caso de uso <i>UC_CheckInComponentBranch</i> e altera seu <i>status</i> para AC - Aguardando Correção. Caso esta versão tenha sido originada de um pedido de alteração, o mesmo não deve ter seu <i>status</i> alterado e a versão a qual este pedido está associado (anterior a que está sendo avaliada) deve permanecer bloqueada e com seu <i>status</i> inalterado. Em uma segunda situação, mutuamente exclusiva à anterior, o componente do tipo "em desenvolvimento", se existir, associado ao componente deve também permanecer com seu <i>status</i> inalterado.</p>
Curso(s) Alternativo(s)	<p>Alternativa para o item 5</p> <p>5. Se um ou mais campos obrigatórios do formulário de avaliação não estiverem preenchidos, o Ambiente envia uma mensagem ao Líder da Revisão acusando o erro e pedindo ao mesmo que o corrija.</p> <p>6. Volta ao item 4 do curso normal.</p>

continua na próxima página...

continuação

UC AssessComponent	
Observação(ões)	As situações de existência de versão anterior (e conseqüente pedido de alteração) e existência de componente do tipo "em desenvolvimento" (com status AV) são mutuamente exclusivas. A primeira ocorre quando a versão do componente é fruto de uma alteração em uma versão previamente existente. A segunda ocorre quando o componente está sendo criado.

Tabela 9.16: Especificação de Caso de Uso - Cadastro do Resultado de uma Revisão de um Componente

UC CheckInComponent	
Ator(es)	Nenhum.
Função	Inserir o componente e sua respectiva documentação externa na ferramenta de controle de versão.
Pré-Requisito(s)	Componente aprovado no processo de revisão técnica formal, isto é, execução do caso de uso UC_AssessComponent resultando em componente com status AP.
Curso Normal	1. O Ambiente executa um <i>script</i> para inserção do componente especificado na ferramenta CVS. Tal <i>script</i> deve criar o módulo do componente, cadastrar este módulo no arquivo administrativo correspondente e inserir o arquivo de código-fonte do componente neste módulo. 2. O Ambiente verifica no CVS qual é o número de versão associado ao componente. 3. O Ambiente cadastra a versão do componente na sua documentação externa. 4. O Ambiente gera a documentação do tipo PDF a partir das informações da base de dados e seguindo a regra de nomenclatura. 5. O Ambiente executa um <i>script</i> para inserção da documentação externa do componente especificado no seu respectivo módulo na ferramenta CVS incluindo arquivos anexados.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.

continua na próxima página...

continuação

UC_CheckInComponent	
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.17: Especificação de Caso de Uso - Inserção de um Componente Aprovado no CVS

UC_CheckInComponentBranch	
Ator(es)	Nenhum.
Função	Inserir o componente e sua respectiva documentação externa na ferramenta de controle de versão CVS.
Pré-Requisito(s)	Componente aprovado provisoriamente no processo de revisão técnica formal, isto é, execução do caso de uso <i>UC_AssessComponent</i> resultando em componente com <i>status</i> AC.
Curso Normal	<ol style="list-style-type: none">1. O Ambiente executa um <i>script</i> para inserção do componente especificado na ferramenta CVS. Tal <i>script</i> deve criar o <i>branch</i> do componente e inserir o arquivo de código-fonte do componente neste <i>branch</i>.2. O Ambiente verifica no CVS qual é o nome do <i>branch</i> e número de versão associado ao componente.3. O Ambiente cadastra o nome do <i>branch</i> e número de versão do componente no atributo versão da sua documentação externa.4. O Ambiente gera a documentação do tipo PDF a partir das informações da base de dados e seguindo a regra de nomenclatura.5. O Ambiente executa <i>scripts</i> para inserção de cada um dos arquivos da documentação externa (incluindo anexos) no seu respectivo <i>branch</i> na ferramenta CVS.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.

continua na próxima página...

continuação

UC_CheckInComponentBranch	
Observação(ões)	Nenhuma

Tabela 9.18: Especificação de Caso de Uso - Inserção de um Componente Aprovado Provisoriamente no CVS

Caso de Uso - Visualização do Resultado de uma Revisão de um Componente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.14 e nas Tabelas 9.19 e 9.7, é descrita a atividade de visualização do resultado de uma revisão de um determinado componente.

Figura 9.14: Diagrama de Caso de Uso - Visualização do Resultado de uma Revisão de um Componente

UC_VisualizeComponentAssessmentResult	
Ator(es)	A_User
Função	Verificar o resultado da avaliação de um componente.

continua na próxima página...

continuação

UC_VisualizeComponentAssessmentResult	
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Usuário seleciona a opção <i>Search Component</i> . 2. O Usuário executa uma busca por componente através do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i> . 3. O Usuário seleciona o componente cujo <i>status</i> deseja verificar. 4. O Ambiente mostra a documentação do componente na qual é apresentado seu <i>status</i> .
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.19: Especificação de Caso de Uso - Visualização do Resultado de uma Revisão de um Componente

Caso de Uso - Solicitação de Pedido de Alteração

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.15 e nas Tabelas 9.20 e 9.7, é descrita a atividade de solicitação de pedido de alteração para um determinado componente.

UC_ComponentChangeRequest	
Ator(es)	A_User
Função	Solicitar a alteração de um componente.
Pré-Requisito(s)	A versão para a qual a alteração será solicitada deve ser a versão mais recente cadastrada no tronco da ferramenta CVS com <i>status</i> aprovado.

continua na próxima página...

continuação

UC_ComponentChangeRequest	
Curso Normal	<div>1. O Usuário seleciona a opção <i>Change Request</i>. Se o Usuário for do tipo Coordenador da Configuração, ele deve ainda selecionar a opção <i>Component Change Request</i>.</div> <div>2. Execução do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i>, restringindo automaticamente a busca para componentes com <i>status</i> AP - Aprovado, PA - Com Pedido de Alteração Solicitado ou AT - Em Alteração.</div> <div>3. O Usuário seleciona o componente cuja alteração deseja solicitar.</div> <div>4. O Usuário seleciona a opção <i>Change Request</i>.</div> <div>5. O Usuário seleciona a opção <i>New Change Request</i>, que somente estará disponível na última versão de cada componente, condicionada ainda ao valor AP para o <i>status</i> deste componente.</div> <div>6. O Usuário preenche as informações solicitadas no pedido de alteração, sendo que informações como autor do pedido e referentes ao componente devem ser automaticamente preenchidas pelo Ambiente e não deve ser possível alterá-las.</div> <div>7. Se as informações solicitadas estiverem preenchidas, o Ambiente cadastra efetivamente o pedido de alteração na base de dados com <i>status</i> AA - Aguardando Avaliação, altera o <i>status</i> do componente para PA - Com Pedido de Alteração Solicitado e envia uma mensagem ao Usuário informando que o pedido foi cadastrado com sucesso.</div> <div>8. O Ambiente envia uma mensagem (por e-mail) ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração informando o que há um pedido de alteração para ser avaliado.</div>
Curso(s) Alternativo(s)	<div>Alternativa para o item 7</div> <div>7. Se uma ou mais informações solicitadas não estiverem preenchidas, o Ambiente envia uma mensagem ao Usuário solicitando a correção do problema.</div> <div>8. Volta para o item 6 do curso normal.</div>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.20: Especificação de Caso de Uso - Solicitação de Pedido de Alteração

Caso de Uso - Visualização dos Pedidos de Alteração a Serem Avaliados

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.16 e na Tabela 9.21, é descrita a atividade de visualização dos pedidos de alteração ainda não avaliados.

Figura 9.15: Diagrama de Caso de Uso - Solicitação de Pedido de Alteração

Figura 9.16: Diagrama de Caso de Uso - Visualização dos Pedidos de Alteração a Serem Avaliados

UC VisualizeChangeRequestToAssess	
Ator(es)	A CMCoordinator
Função	Visualizar os pedidos de alteração que devem ser avaliados.

continua na próxima página...

continuação

UC_VisualizeChangeRequestToAssess	
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona as opções <i>Change Request—View Change Request To Assess</i> . 2. O Ambiente exibe uma lista contendo os pedidos de alteração com <i>status</i> AA - Aguardando Avaliação. 3. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona o pedido que deseja verificar. 4. O Ambiente exibe ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração as informações do pedido.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.21: Especificação de Caso de Uso - Visualização dos Pedidos de Alteração a Serem Avaliados

Caso de Uso - Cadastro do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração de um Componente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.17 e nas Tabelas 9.22 e 9.23, é descrita a atividade de cadastro do resultado da avaliação de um pedido de alteração de um componente.

UC_AssessComponentChangeRequest	
Ator(es)	A_CMCoordinator
Função	Cadastrar o resultado de um pedido de alteração de um componente.
Pré-Requisito(s)	Ter o pedido de alteração do componente cadastrado com <i>status</i> AA - Aguardando Avaliação.

continua na próxima página...

continuação

UC_AssessComponentChangeRequest	
Curso Normal	<div>1. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona as opções <i>Change Request</i>→<i>Assess Change Request</i>.</div> <div>2. O Ambiente disponibiliza ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração uma lista dos pedidos de alteração cadastrados e ainda não avaliados agrupados por componente (componentes com <i>status</i> PA - Com Pedido de Alteração Solicitado cujo pedido possui <i>status</i> AA - Aguardando Avaliação).</div> <div>3. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração seleciona o pedido cuja avaliação será cadastrada.</div> <div>4. O Coordenador do Gerenciamento de Configuração informa o resultado da avaliação.</div> <div>5. Se todos os campos obrigatórios do formulário de avaliação estiverem preenchidos, o Ambiente cadastra efetivamente na base de dados o resultado do pedido e envia uma mensagem ao Coordenador do Gerenciamento de Configuração informando que a avaliação foi cadastrada com sucesso.</div> <div>6. O Ambiente envia uma mensagem ao Usuário autor do pedido, informando o do resultado da avaliação.</div> <div>7. Se o pedido foi aprovado, o Ambiente altera o <i>status</i> do componente para AT - Em Alteração e do pedido para AZ - Autorizado.</div> <div>8. Se o pedido foi reprovado, o Ambiente altera o <i>status</i> do componente para AP - Aprovado e o do pedido para NZ - Não Autorizado.</div> <div>9. Caso o pedido de alteração tenha sido aprovado, o Ambiente ativa o caso de uso <i>UC_CheckOutComponenteWithLock</i>.</div>
Curso(s) Alternativo(s)	<div>Alternativa para o item 5</div> <div>5. Se um ou mais campos obrigatórios do formulário de avaliação não estiverem preenchidos, o Ambiente envia uma mensagem ao Líder da Revisão acusando o erro e pedindo ao mesmo que o corrija.</div> <div>6. Volta ao item 4 do curso normal.</div>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.22: Especificação de Caso de Uso - Cadastro do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração de um Componente

UC_CheckOutComponentWithLock	
Ator(es)	A_Atores

continua na próxima página...

continuação

UC_CheckOutComponentWithLock	
Função	Retirar com travamento (<i>check out com lock</i>) um determinado componente da ferramenta de controle de versão e disponibilizá-lo, com permissão de alteração, em um diretório específico.
Pré-Requisito(s)	Aprovação do pedido de alteração do componente.
Curso Normal	1. O Ambiente executa um <i>script</i> que realiza o <i>check out com lock</i> dos arquivos do componente e os disponibiliza em um diretório, específico do autor do pedido, com direito de escrita/leitura disponibilizados apenas a ele. Tal diretório deve ser de conhecimento prévio do Usuário.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhuma.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.23: Especificação de Caso de Uso - Disponibilizar um Componente para Alteração

Figura 9.17: Diagrama de Caso de Uso - Cadastro do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração de um Componente

Caso de Uso - Visualização do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.18 e nas Tabelas 9.24 e 9.7, é descrita a atividade de visualização do resultado da avaliação de um pedido de alteração.

Figura 9.18: Diagrama de Caso de Uso - Visualização do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração

UC_VisualizeComponentChangeRequestAssessmentResult	
Ator(es)	A_User
Função	Verificar o resultado da avaliação do pedido de alteração de um componente.
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Usuário seleciona a opção <i>Change Request</i> . Se o Usuário conectado ao Ambiente é do tipo coordenador de configuração, ele seleciona ainda a opção <i>Component Change Request</i> . 2. Execução do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i> , sendo esta busca restrita a componentes com <i>status AP - Aprovado, AI - Em Alteração ou PA - Com Pedido de Alteração Solicitado</i> . 3. O Usuário seleciona o componente cujos pedidos deseja verificar. 4. A interface de documentação do componente será disponibilizada. Nela será apresentada a opção <i>Change Request</i> que deve ser selecionada pelo Usuário. 5. Se este componente já tem pedidos avaliados e ainda não finalizados, ou seja, se ele possui pedidos com <i>status AZ - Autorizado ou NZ - Não Autorizado</i> , a opção <i>View Change Request Assessment</i> será disponibilizada e deve ser selecionada pelo Usuário.

continua na próxima página...

continuação

UC_VisualizeComponentChangeRequestAssessmentResult	
Curso Normal	6. O Ambiente disponibiliza uma lista contendo os pedidos de alteração do componente selecionado que já foram avaliados e ainda não foram finalizados (pedidos com <i>status</i> AZ ou NZ). 7. O Usuário seleciona o pedido desejado. 8. O Ambiente mostra as informações do pedido desejado, incluindo <i>status</i> e descrições.
Curso(s) Alternativo(s)	Nenhum.
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.24: Especificação de Caso de Uso - Visualização do Resultado da Avaliação de um Pedido de Alteração

Caso de Uso - Documentação de Alterações em um Componente

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificações são apresentados, respectivamente, na Figura 9.19 e nas Tabelas 9.25 e 9.7, é descrita a atividade de documentação de alterações em um componente.

UC_DocumentComponentChange	
Ator(es)	A_User
Função	Documentar uma alteração em um componente e, posteriormente, disponibilizá-lo ao processo de revisão.
Pré-Requisito(s)	Componente com pedido de alteração aprovado tendo sido modificado de acordo com o que foi solicitado ou componente alterado em razão de uma aprovação provisória, ou seja, componente com <i>status</i> AT - Em Alteração e com pedido com <i>status</i> AZ - Autorizado ou componente com <i>status</i> AC - Aguardando Correção.
Curso Normal	1. O Usuário seleciona as opções <i>Document Component - New Version</i> .

continua na próxima página...

continuação

UC_DocumentComponentChange	
Curso Normal	<p>2. O Usuário executa uma busca por componente através do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i>, restringindo automaticamente a busca para componentes aprovados provisoriamente, ou seja, componentes com <i>status</i> AC ou AI, cujo pedido de alteração esteja com <i>status</i> AZ e para os quais ele é o responsável por corrigi-lo ou documentar sua nova versão, respectivamente.</p> <p>3. O Usuário seleciona o componente cuja alteração deseja documentar.</p> <p>4. O Ambiente disponibiliza a interface com a documentação do componente selecionado.</p> <p>5. O Usuário seleciona a opção <i>Register New Version</i>, disponível somente na interface do autor do pedido de alteração ou do componente aprovado provisoriamente e somente para componentes com <i>status</i> de acordo com o especificado no item 2.</p> <p>6. O Ambiente disponibiliza a interface de registro da nova versão.</p> <p>7. O Usuário preenche os campos da aplicação com as informações solicitadas do componente, referente às alterações. Já deverão estar preenchidos, e não poderão ser alterados, os campos com informações do componente que originou esta nova versão e do autor do componente. O campo de versão não poderá ser apresentado ao Usuário.</p> <p>8. O Ambiente verifica o preenchimento dos campos obrigatórios.</p> <p>9. Se os campos obrigatórios estiverem preenchidos, o Ambiente cria na base de dados a nova versão do componente com <i>status</i> AR.</p> <p>10. O Ambiente envia uma mensagem ao Usuário informando que a alteração foi documentada com sucesso e o componente está aguardando sua revisão.</p> <p>11. O Ambiente envia uma mensagem (por <i>e mail</i>) ao Coordenador de Revisão informando que o componente foi cadastrado e está aguardando revisão.</p>
Curso(s) Alternativo(s)	<p>Alternativa para o item 1</p> <p>1. O Usuário seleciona a opção <i>Search Component</i>.</p> <p>2. O Usuário executa uma busca através do caso de uso <i>UC_SearchComponent</i>.</p> <p>3. O Usuário seleciona o componente cuja alteração deseja documentar.</p> <p>4. O Ambiente mostra a documentação do componente.</p> <p>5. Se o component estiver com <i>status</i> AC ou AI, seu pedido de alteração <i>status</i> AZ Autorizado e o Usuário conectado ao Ambiente for o autor de tal componente, a opção <i>Register New Version</i> será disponibilizada e deve ser selecionada.</p> <p>6. Volta ao item 6 do curso normal.</p> <p>Alternativa para o item 9</p> <p>9. Se ao menos um dos campos obrigatórios não estiver preenchido, o Ambiente envia uma mensagem ao Usuário pedindo a ele que preencha os campos obrigatórios.</p> <p>10. Voltar ao item 7 do curso normal.</p>
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.25: Especificação de Caso de Uso - Documentação de Alterações em um Com-
ponente

Figura 9.19: Diagrama de Caso de Uso - Documentação de Alterações em um Componente

Caso de Uso - Visualização de Relatórios

Neste caso de uso, cujo diagrama e especificação são apresentados, respectivamente, na Figura 9.20 e na Tabela 9.26, é descrita a atividade de visualização de relatórios.

Figura 9.20: Diagrama de Caso de Uso - Visualização de Relatórios

UC_VisualizeReport	
Ator(es)	A_User
Função	Disponibilizar um relatório.

continua na próxima página...

continuação

UC_VisualizeReport	
Pré-Requisito(s)	Nenhum.
Curso Normal	1. O Usuário seleciona a opção <i>Reports</i> . 2. O Ambiente disponibiliza ao Usuário a lista dos relatórios. 3. O Usuário seleciona o relatório que ele deseja obter. 4. O Ambiente disponibiliza ao Usuário o relatório selecionado.
Curso(s)	Nenhum.
Alternativo(s)	
Observação(ões)	Nenhuma.

Tabela 9.26: Especificação de Caso de Uso - Visualização de Relatórios

9.3.2 Diagramas das Classes de Domínio

O produto da fase de engenharia de requisitos no âmbito da perspectiva estrutural, segundo o ProDes/UML, é o diagrama de classes do domínio. Neste diagrama são representados os conceitos (ou classes) existentes no domínio do problema, seus atributos e relacionamentos, incluindo agregação, especialização/generalização e cardinalidade de relações. Vale ressaltar, no entanto, que é válido ter classes sem atributos ou classes que têm uma função puramente comportamental no domínio ao invés de uma função informativa. Por modelar o domínio da aplicação, as associações (relacionamentos) não têm direção de navegação e as classes não possuem operações.

Nesta seção, os diagramas que representam os conceitos e relações do domínio serão apresentados. Em razão da complexidade visual decorrente do número de classes envolvidas, o conteúdo dos diagramas foi selecionado com base em contextos, gerando assim diversas visões do conjunto total de classes.

Visão Usuário

Os usuários, representados pelas classes *User*, *CMCoordinator*, *RevisionCoordinator*, *Reviewer* e *RevisionLeader*, são descritos pelos atributos nome, e-mail, username e senha.

Cada usuário do sistema deverá ainda ter especificada a sua área de trabalho, ou seja, o domínio do qual o mesmo tem conhecimento. As áreas de trabalho para ele cadastradas serão as que ele poderá atuar como revisor. Para estas áreas de trabalho, representadas pela classe *WorkArea*, as seguintes informações serão mantidas: nome, símbolo e descrição.

Devem ser especificados também os papéis que um usuário pode exercer. Tal informação foi representada através da hierarquia de especialização/generalização. Vale ressaltar que esta hierarquia foi classificada como *incomplete* e *overlapping*. Fisicamente, esta classificação significa, respectivamente, que uma instância da classe de generalização não precisa ser uma instância de uma classe de especialização e que uma instância da classe de especialização pode ser simultaneamente uma instância de uma outra classe de especialização do conjunto.

As informações referentes aos papéis dos usuários devem ser utilizadas pelo ambiente para identificar quais funções devem ser disponibilizadas a ele. Assim, é preciso que sejam listadas quais funções devem ser habilitadas a cada tipo de usuário:

- Usuários Simples: busca de componentes, obtenção do componente e da sua documentação, cadastro e cancelamento de componentes do tipo "em desenvolvimento", cadastro de novos componentes, cadastro de novas versões, cadastro de pedido de alteração, verificação do *status* deste pedido e obtenção de relatórios;
- Revisores: funções dos usuários simples acrescidos da lista de componentes que eles devem revisar;
- Líder de Revisão: funções dos usuários simples acrescidos da lista de componentes que ele deve revisar, da lista dos componentes para os quais ele deve agendar a reunião de revisão e da lista dos componentes para os quais ele deve cadastrar o resultado da avaliação;
- Coordenador de Revisão: funções dos revisores (caso ele também seja um revisor), além da função de distribuição das revisões aos revisores e de seleção, para cada uma delas, do líder de revisão;
- Coordenador da Configuração: funções do coordenador da revisão, se ele também exercer este papel, além da lista de pedidos de alteração a avaliar, da função de cadastro do resultado destas avaliações e da função de cadastro de novos usuários e áreas de trabalho. Funções como inserção e obtenção de componentes na ferramenta de controle de versões (CVS) devem ser automatizadas.

Na Figura 9.21 é apresentado o diagrama de classes da visão Usuário.

Figura 9.21: Diagrama de Classes - Visão Usuário

Vale ressaltar que, segundo o que foi considerado nesta especificação, deverá existir somente um usuário cadastrado como coordenador da revisão e um usuário cadastrado como coordenador da configuração. Esta restrição não impede, no entanto, que o mesmo usuário assuma ambas as funções.

Visão Componente

Logicamente, existem três tipos de componentes: em desenvolvimento, novos componentes e versões de componentes. No entanto, fisicamente, estes três tipos são representados por apenas duas classes: *DevelopingComponent*, que representa o primeiro tipo, e *Component*, que representa o segundo e terceiro tipo.

Os componentes do tipo “em desenvolvimento”, representados pela classe *DevelopingComponent*, deverão ter associados a eles as seguintes informações: nome, descrição, data de início do desenvolvimento, data para previsão de término, *status* (DV - Em Desenvolvimento, AV - Em Avaliação, CC - Cancelado, FN - Finalizado) e autores.

É importante salientar que componentes do tipo “em desenvolvimento” tem o único objetivo de informar aos desenvolvedores os trabalhos em andamento. Sendo assim, este tipo de componente não possui versões e, fisicamente, é armazenado em uma classe específica.

Na Figura 9.22 é apresentado o diagrama de classe da visão Componentes Em Desenvolvimento.

Figura 9.22: Diagrama de Classes - Visão Componentes Em Desenvolvimento

Novos componentes possuem diversos atributos. Entre eles aparecem nome, data de criação, versão, funcionalidade e *status* (AR - Aguardando Revisão, AP - Aprovado, RP - Reprovado, AC - Aguardando Correção, PA - Com Pedido de Alteração Solicitado ou AT - Em Alteração).

O cadastro de novos componentes será também o cadastro de sua documentação. Assim, a classe que trata as informações listadas, *Component*, está ligada a outras que fornecem informações referentes a sua documentação externa. Documentos anexados à documentação externa e o arquivo contendo o código-fonte do componente devem ser disponibilizados, no momento do cadastro do componente, em diretórios específicos cujo caminho é o conteúdo dos atributos *Place* (classe *OtherDocuments*) e *ProgramPlace* (classe *Component*), respectivamente.

A classe *Component* possui também relações com classes que tratam informações referentes ao componente do tipo “em desenvolvimento” associado, aos revisores de um de-

terminado componente, ao líder e ao resultado das suas revisões, e aos seus pedidos de alteração, junto de seus respectivos resultados.

Por envolver diversas classes e inúmeros atributos, não são listados neste texto todos os relacionamentos e atributos ligados ao conceito de componente. No entanto, informações referentes à documentação externa podem ser encontradas nas Figuras 9.23, 9.24 e 9.25. As outras classes relacionadas à classe *Component* têm suas informações apresentadas em diagramas de outras visões, como a visão Revisão, por exemplo.

Por serem representados pela mesma classe, o cadastro de novas versões para um componente é semelhante ao cadastro de novos componentes, exceto pelo fato de que esta funcionalidade somente deverá estar liberada para componentes com *status* em alteração ou aprovado provisoriamente.

Para facilitar o cadastro de novas versões, informações invariantes como o nome, por exemplo, devem ser automaticamente preenchidas pelo ambiente e não devem ter a sua alteração permitida.

Para facilitar a visualização do diagrama de classes que apresenta o componente, todas as classes dele derivadas e os relacionamentos entre elas, é apresentado um diagrama completo na Figura 9.23 e dois diagramas, ilustrados nas Figuras 9.24 e 9.25, nos quais estão presentes conjuntos de classes, seus atributos e relacionamentos. Vale ressaltar que todos estes diagramas estarão contemplando apenas a visão Componente, ou seja, as classes necessárias para documentação externa do componente. É importante notar que, para facilitar a leitura e compreensão dos diagramas, a disposição das classes nas Figuras 9.24 e 9.25 é semelhante à disposição das mesmas na Figura 9.23.

Visão Revisão

Todos os componentes deverão, em algum momento, passar pelo processo de verificação, realizado através de revisões técnicas formais. O resultado desta avaliação é manipulado pela classe *Revision* que é descrita pelos atributos: data, hora, local, resultado, descrição do resultado e código. Além disso, informações como revisores, líder da revisão e componente revisado são mantidas através dos relacionamentos que esta classe possui.

Na Figura 9.26 é apresentado o diagrama de classes segundo a Visão Revisão. Vale lembrar que classes relacionadas à documentação do componente não são apresentadas em muitos dos diagramas nos quais aparece a classe *Component* apenas para facilitar a leitura e compreensão dos mesmos.

Figura 9.24: Diagrama de Classes - Visão Componentes - Primeira Parte

Figura 9.25: Diagrama de Classes - Visão Componentes - Segunda Parte

Figura 9.26: Diagrama de Classes - Visão Revisão

Visão Pedido de Alteração

Pedidos de alteração devem ser solicitados sempre que um desenvolvedor desejar alterar um componente. As informações referentes aos pedidos são manipuladas pela classe *ChangeRequest* através dos seguintes atributos: data, motivo, lugar e resultado da alteração. Esta classe possui ainda relações com as classes *Component*, *User* e *CMCoordinator*, através das quais informações referentes ao componente (nome e versão) que se deseja alterar, ao autor do pedido e ao avaliador do pedido são mantidas.

Na Figura 9.27 é apresentado o diagrama de classes da visão Pedido de Alteração.

Figura 9.27: Diagrama de Classes - Visão Pedido de Alteração

9.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a especificação de um ambiente que automatiza algumas das funções referentes ao gerenciamento e armazenamento de componentes propostas no capítulo anterior, o RaCooMN.

Para finalizar esta dissertação, são apresentadas no capítulo a seguir algumas considerações e conclusões sobre o trabalho que foi desenvolvido.

Capítulo 10

Conclusões e Trabalhos Futuros

Por muitos anos, as organizações têm desenvolvido seus sistemas num ambiente caótico, caracterizado por estimativas de prazos e custos extrapoladas, *software* sem qualidade e sem manutenibilidade, entre outros problemas. Porém, a crescente demanda por sistemas e a competitividade presente na atual configuração do mercado têm mostrado às organizações as vantagens de um desenvolvimento com qualidade.

Por essa razão muitas organizações vêm investindo em soluções tecnológicas que aumentem a qualidade tanto do processo de desenvolvimento quanto de seu *software* produto.

O reuso tem sido almejado por diversas organizações como uma destas possíveis soluções, já que, como citado anteriormente, “pode ser visto como uma maneira bastante eficaz para aumentar os índices de produtividade, qualidade, confiabilidade, consistência e padronização do processo de desenvolvimento de *software*” (de Sá, Werner, & Goldman 1997).

Entretanto, para a concretização de sua prática efetiva, o reuso vêm enfrentando barreiras de diversas origens, tais como questões técnicas e culturais (Boeing, IBM, & Paramax 1993). Para auxiliar as organizações a transporem estas diversas barreiras, foi desenvolvida, neste mestrado, uma estratégia para implantação do reuso no processo de desenvolvimento de *software* das organizações.

A essência dessa estratégia consiste na introdução integrada, gradativa e contínua de pequenas alterações no processo de desenvolvimento de *software*. Além disso, através dela, pode-se, entre outras coisas, utilizar o conhecimento obtido na concretização de um pequeno objetivo para o alcance do próximo, e assim por diante.

Um outro aspecto importante da filosofia dessa estratégia recai sobre o fato de objetivar, em última instância, a implantação das melhores práticas propostas pela comunidade de Engenharia de *Software*, descritas na norma NBR ISO/IEC 12207.

Para criar e validar essa estratégia, e identificar os processos a serem abordados primordialmente por uma organização que deseja implantar o reuso no seu processo de desenvolvimento de *software*, foi realizado um estudo de caso. Tal trabalho foi desenvolvido no LABIC (Laboratório de Inteligência Computacional do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, campus de São Carlos) com o objetivo de viabilizar e implantar o reuso do código-fonte produzido pelos pesquisadores relacionados à área de Extração de Conhecimento de Bases de Dados. Por associar os objetivos e necessidades deste projeto de mestrado aos do LABIC, acredita-se que este estudo de caso tenha trazido contribuições significativas tanto para a área de Engenharia de *Software* como para o LABIC. A partir de uma série de discussões a respeito da teoria divulgada na literatura de Engenharia de *Software* confrontada com a realidade do LABIC, cujas necessidades e restrições são bastante semelhantes às de muitas organizações de desenvolvimento de *software*, foram selecionados alguns processos considerados, pelo grupo de trabalho envolvido no estudo de caso, como essenciais para a viabilização do reuso de componentes. São eles: Documentação, Verificação e Gerência de Configuração de *Software*.

A necessidade de uma boa documentação é decorrente da sua importância, utilidade no processo de classificação, avaliação, recuperação e uso de componentes, atividades básicas no processo de desenvolvimento de *software* baseado no reuso.

O reuso de componentes tem trazido ainda novas demandas relacionadas à garantia da funcionalidade e qualidade dos mesmos, visto que tais características são requisitos importantes para que esta atividade atinja os objetivos esperados (Wallin 2002). Assim, requisitos mínimos de qualidade são exigidos dos componentes antes da sua disponibilização no repositório. A verificação é uma atividade importante nesta direção já que visa garantir aos desenvolvedores que irão reutilizar um componente que este atende aos requisitos e padrões para ele estabelecidos. Esta padronização é também importante para facilitar o entendimento e uso dos componentes.

Como citado anteriormente, a existência de uma documentação de boa qualidade é muito importante para diversas atividades do processo de desenvolvimento de *software* baseado no reuso de componentes. Tal documentação, além dos próprios componentes, são alvo contínuo de mudanças durante o desenvolvimento de *software*. Porém, quando estas mudanças não são analisadas previamente, registradas e reportadas aos que precisam

conhecê-las, o processo de construção do *software* pode tornar-se caótico. Neste contexto, o processo de gerência da configuração de *software*, cujo objetivo é coordenar o desenvolvimento de *software* de maneira a minimizar a confusão gerada pelas constantes alterações nas informações que são por ele produzidas, é de suma importância.

Uma outra questão a ser considerada é a forma como os componentes serão armazenados e disponibilizados aos desenvolvedores, ou seja, o repositório de componentes. Um fator importante para este repositório é que ele mantenha informações e componentes consistentes. Para suprir tais necessidades, foi apresentada também a especificação de um ambiente que, além de armazenar os componentes e suas respectivas documentações, automatiza algumas das atividades do processo de gerenciamento dos componentes proposto na estratégia, o RaCooMN - **Reusable Components Management Environment**.

10.1 Lições Aprendidas

Durante a realização do estudo de caso, algumas dificuldades foram encontradas, principalmente no que diz respeito à conscientização dos participantes da importância das atividades que visam a garantia da qualidade dos componentes desenvolvidos pelos pesquisadores. Embora a iniciativa de implantar o reuso de componentes e, para tanto, implantar também algumas práticas pregadas pela comunidade de Engenharia de *Software*, tenha surgido de uma necessidade levantada pelo laboratório, ainda é significativa a resistência à aceitação de que não se pode simplesmente “confiar” que o processo e os requisitos definidos serão corretamente seguidos pelos desenvolvedores e que os componentes por eles desenvolvidos têm qualidade por natureza. A partir desta constatação, ressalta-se a importância de o engenheiro de *software* do grupo de trabalho mostrar aos outros integrantes do mesmo as vantagens e os problemas advindos do não seguimento de algumas regras, por mais simples que pareçam, ou pela não implantação de uma atividade.

Além disso, notou-se a importância da existência de um patrocinador para a melhoria dentro da organização que deseja implantá-la, papel que não deve ser exercido pelo engenheiro de *software*. É extremamente importante para o bom andamento do processo de melhoria que o grupo sinta-se motivado e acredite que, ao final dos trabalhos, vantagens serão obtidas. Para manter tal motivação, além do incentivo do patrocinador, pode-se ter a preocupação em implantar e avaliar, assim que possível, as atividades e requisitos definidos, a fim de que se possa constatar na prática os benefícios alcançados e corrigir possíveis desvios ou problemas que venham ocorrendo. Ao postergar a implantação das atividades corre-se o sério risco de perder a motivação do grupo. No entanto, é impor-

tante ressaltar que o momento no qual as atividades e requisitos serão implantados deve ser cuidadosamente analisado para que requisitos definidos posteriormente a tal implantação não venham a modificar por demais a maneira como estas atividades são realizadas, prejudicando assim a aceitação, o aprendizado e o amadurecimento do novo processo.

10.2 Contribuições

As contribuições deste trabalho podem ser resumidas nos seguintes itens:

- a estratégia para auxiliar as organizações a implantar gradativamente e continuamente atividades que viabilizem o reúso de componentes;
- as atividades, e os requisitos mínimos para estas atividades, a serem abordadas inicialmente pelas organizações;
- a definição inicial de um processo de desenvolvimento de código-fonte para o LABIC, permitindo que seus pesquisadores produzam códigos padronizados e de maior qualidade, e dediquem-se ao desenvolvimento de novos aplicativos reutilizando códigos anteriores, podendo assim aumentar a sua produtividade acadêmica;
- a especificação de um repositório que automatiza várias das atividades referentes ao armazenamento e gerenciamento dos componentes e suas respectivas documentações.

10.3 Trabalhos Futuros

Como continuação ao trabalho desenvolvido, sugere-se o desenvolvimento de atividades referentes à avaliação da estratégia, da forma de implantação dos requisitos e dos próprios processos selecionados, visando a melhoria dos mesmos. A partir desta avaliação, pode-se trabalhar no sentido de evoluir estas atividades.

Sugere-se também a incorporação, na estratégia, de etapas que visem a manutenção da motivação do grupo de trabalho.

Quanto ao estudo de caso, para que possa ser concretizada a etapa de implantação do processo definido, é preciso que o ambiente para gerenciamento de componentes definido nas reuniões seja implementado. Vale ressaltar que este ambiente possui características levemente diferentes do RaCooMN já que está voltado especificamente para o LABIC. Depois de executadas estas atividades, deve-se avaliar o processo implantado, incluindo questões relativas à satisfação e aceitação dos pesquisadores, confrontá-lo com às necessidades do

grupo c, a partir desse resultado, realizar novas “rodadas” no ciclo da estratégia a fim de otimizar, melhorar tal processo de desenvolvimento.

Com relação ao ambiente proposto nesta dissertação, por ser o objetivo deste trabalho de mestrado apenas a proposta de uma estratégia que facilite a introdução do reúso de componentes no desenvolvimento de *software*, a especificação realizada considerou apenas os requisitos mais importantes para tal ambiente. Possivelmente, novas funções serão incorporadas e outras otimizadas caso sejam realizadas as próximas fases propostas pelo ProDes/UML. Porém, neste momento, alguns fatores são perceptíveis e podem ser ressaltados:

- Pode-se implementar o registro do reúso de um componente, ou seja, uma função que permita a confecção de um relatório informando que um determinado componente foi reutilizado por uma determinada pessoa (ou que esta tentou fazê-lo). Com isso, pode-se facilitar o cálculo do ganho real obtido com o reúso do componente e aumentar a reusabilidade do mesmo por manter junto à sua documentação a experiência dos esforços para reutilizá-lo. Entre as informações importantes para esta documentação estão a descrição do ambiente de reúso, os problemas encontrados, especialmente na compreensão, integração e adaptação do componente, e o quanto esta atividade foi custosa;
- Com o registro das pessoas que reutilizaram um componente, pode-se implementar uma função para informá-las quando novas versões do componente forem aprovadas. Esta comunicação, de acordo com as funções atualmente modeladas, é de responsabilidade do usuário, ou seja, cabe a ele buscar periodicamente por novas versões do componente. Uma opção bastante simples, considerando a modelagem atual, é a implementação de uma rotina que, periodicamente, extraísse um relatório com os componentes atualizados e os enviasse, automaticamente, por *e-mail* aos usuários cadastrados no sistema. Esta opção, no entanto, tem seus pontos fortes e fracos, podendo servir tanto como forma de comunicação quanto como forma de aborrecimento aos usuários;
- Conforme o número de componentes armazenados for aumentando, os métodos utilizados para recuperação podem não mais ser eficientes, sendo necessária a implementação de técnicas mais robustas;

- Pode-se implementar uma maneira de os usuários avaliarem os componentes, de preferência justificando sua posição. Esta avaliação pode ser realizada através do preenchimento de um formulário, da atribuição de notas, entre outras formas, e pode ser utilizada como fator para restrição da busca, para seleção ou rejeição de um componente em uma determinada seleção, para permanência do mesmo no repositório, entre outras atividades;
- Da maneira como foi modelado, o ambiente não permite que sejam registradas versões reutilizáveis de um componente a partir de outra versão que não a mais recente, ou seja, não é possível a existência de ramificações a partir de qualquer versão. Este fato se deve ao uso das ramificações para armazenamento, na ferramenta de controle de versões, de versões que não foram totalmente aprovadas. Em razão da existência de ramificações não ser essencial ao uso do ambiente, optou-se por mantê-lo como foi inicialmente projetado. Além disso, deve-se ressaltar que somente o registro das ramificações como tal não é possível, e que os usuários podem criá-las e armazená-las como um outro componente, como versões do tronco, ou simplesmente não armazená-las no ambiente, embora nenhuma destas opções seja recomendável, exceto em casos esporádicos e justificados.

Referências Bibliográficas e Bibliografia

Ambriola, V., L. Bendix, & P. Ciancarini (1990). The evolution of configuration management and version control. *IEE Software Engineering Journal* 5(6), 303–310.

Andexer, J. (1998). Design guidelines and documentation paradigms for object oriented programs. Dissertação de Mestrado. McMaster University, Hamilton, Ontário, Canadá.

Baranauskas, J. A. & G. E. A. P. A. Batista (2000). O projeto Discover: Idéias iniciais (comunicação pessoal).

Baranauskas, J. A. (2001). *Extração Automática de Conhecimento por Múltiplos Indutores*. Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Berlack, H. R. (1992). *Software Configuration Management*. Wiley Series in Software Engineering Practice.

Blanqui, F. (1997). A document-centered approach for an open case environment framework connected with the world wide web. *Software Engineering Notes* 22(2), 58–63.

Bocing, IBM, & Paramax (1993). STARS conceptual framework for reuse processes (CFRP), volume I: Definition, versão 3.0. Relatório Técnico STARS-VC-A018/001/00, STARS Software Technology for Adaptable Reliable Systems.

Braga, R. M. M., C. M. L. Werner, & M. Mattoso (1998). A reuse infrastructure based on domain models. Em *ICCI'98: 9th International Conference on Computing and Information*, páginas 227–234.

Braga, R. M. M., C. M. L. Werner, & M. Mattoso (1999). Odyssey: A reuse environment based on domain models. Em *Proceedings of IEEE Symposium on Application-Specific Systems and Software Engineering Technology (ASSET'99)*, páginas 49–57.

Braga, R. M. M., C. M. L. Werner, & M. Mattoso (2000). Using ontologies for domain information retrieval. Em *11th International Conference on Database and Expert Systems Applications DEXA 2000*, páginas 836–840.

Cederqvist, P., R. P. D. G. Grubbs, R. Brunskill, K. Dyer, K. Pingle, T. A. Peterson, I. Wallin, D. Koschuetzki, & M. Brown (1992). Version management with CVS. <http://www.cvshome.org>.

Cereda, R. L. D. & J. C. Maldonado (1987). *Introdução ao FORTRAN 77 para Microcomputadores*. Editora McGraw-Hill.

Colanzi, T. E. (1999). Uma abordagem integrada de desenvolvimento e teste de software baseada na UML. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Coulangue, B. (1998). *Software Reuse*. Springer-Verlag London Limited.

Creps, R. E., M. J. Davis, M. A. Simos, P. Collins, & M. G. Wickman (1995). Using a conceptual framework for reuse processes as a basis for reuse planning. Em *Software Technology Conference*.

Creps, R. E., M. A. Simos, & R. Prieto-Díaz (1992). The STARS conceptual framework for reuse processes. Em *Software Technology for Adaptable Reliable Systems (STARS'92)*.

Davis, T. (1993). The reuse capability model: a basis for improving an organization's reuse capability. Em *Proceedings of the 2nd International Workshop on Software Reuse*, páginas 126–133.

da Rocha, A. R. C., J. C. Maldonado, & K. C. Weber (2001). *Qualidade de Software - Teoria e Prática*. Prentice-Hall.

de Sá, M. L. B., C. M. L. Werner, & I. Goldman (1997, Outubro). Introdução da reutilização em uma empresa brasileira de produção de software. Em *XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, páginas 233–248.

de Sá, M. L. B. (1997). Planejamento para reutilização de software: Um estudo de caso sobre a introdução de um programa de reutilização em uma empresa brasileira. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- de Souza, R. P., M. N. Costa, R. M. M. Braga, M. Matoso, & C. M. L. Werner (2001). Software components reuse through web search and retrieval. Em *International Workshop on Information Integration on the Web Technologies and Applications*, páginas 12–18.
- Fayyad, U., G. Piatetsky-Shapiro, & P. Smyth (1996a). Knowledge discovery and data mining: Towards a unifying framework. Em *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*.
- Fayyad, U., G. Piatetsky-Shapiro, & P. Smyth (1996b). The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM* 39(11), 27–34.
- Félix, L. C. M. (1998). Data mining no processo de extração de conhecimento de bases de dados. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Fiats, M. I. (2000). Diretrizes para o estabelecimento de melhoria de processo adequada a empresas de pequeno porte. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Fichman, R. G. & C. F. Kemerer (1997). Object technology and reuse: Lessons from early adopters. *IEEE Computer Society* 30(10), 47–59.
- Fowler, M. & K. Scott (1997). *UML Distilled: Applying the Standard Object Modeling Language*. Addison-Wesley.
- Fowler, M. & K. Scott (2000). *UML Essencial: Um Breve Guia para a Linguagem-Padrão de Modelagem de Objetos*. Bookman.
- Freeman, P. (1987). *Tutorial: Software Reusability*. IEEE Computer Society.
- Gamma, E., R. Helm, R. Johnson, & J. Vlissides (1995). *Design Patterns: Elements of Object-Oriented Software*. Addison-Wesley.
- Geromini, M. R. (2000). Estudo e proposta de uma interface gráfica para o ambiente computacional para extração de conhecimento discover.
- Gremba, J. & C. Myers (1997). The IDEAL process model: A practical guide for improvement.
- Harper, D. (2001). Wincvs 1.3 - users guide. <http://www.cvsgui.org>.

- Hilera, J. R., L. A. González, J. A. Gutiérrez, & J. M. Martínez (1998). Software documentation as an engineering process. *Software Engineering Notes* 23(5), 61–64.
- Holanda, C. B. S., C. A. A. Souza, & W. L. Melo (2000). Proreuso, repositório de componentes para web.
- Holanda, C. B. S., C. A. A. Souza, & W. L. Melo (2001). Proreuso: Um repositório de componentes para web dirigido por um processo de reuso. Em *XV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*.
- IEEE (1998). IEEE Std 828-1998, standard for software configuration management plans. Em *IEEE Software Engineering Standards Collection - Volume 2: Process Standards*.
- Jacobson, I., M. Griss, & P. Jonsson (1997). Making reuse business work. *IEEE Computer Society* 30(10), 36–42.
- Kang, K. C., S. Cohen, R. Holibaugh, J. Perry, & A. S. Peterson (1992). A reuse-based software development methodology. Relatório Técnico CMU/SEI-92-SR-4, Software Engineering Institute.
- Karlsson, E.-A. (1995). *Software Reuse, A Holistic Approach*. Editora Wiley.
- Lewandowski, G. (2000). Csci 231 code documentation standards. <http://www.cs.hope.edu/~lewandow/courses/csci231/documentation.html>.
- Machado, L. F. D. C., K. M. de Oliveira, & A. R. C. Rocha (2000, Abril). Modelo para definição de processos de software baseado na ISO/IEC 12207, em modelos de maturidade e características do projeto. Em *Terceiro Workshop Ibero Americano de Engenharia de Requisitos e Ambientes de Software*.
- McClure, C. (1995). Model-driven software reuse practicing reuse information engineering style. <http://www.reusability.com/papers2.html>.
- McFeeley, R. (1996). IDEAL: A users' guide for software process improvement. Relatório Técnico CMU/SEI-96-HB-001, Software Engineering Institute.
- Neighbors, J. (1992). The evolution from software components to domain analysis. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering* 2(3), 325–354.
- OMG (2001). OMG unified modeling language specification - version 1.4. http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml_2.htm.

Pacheco, R. F. (1997). Uma forma de implantação do gerenciamento de configuração de software em empresas de pequeno porte. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos. São Paulo, Brasil.

Parnas, D. L. & J. Madey (1995). Functional documents for computer systems. Relatório Técnico CRL Report 309. McMaster University.

Perry, J. M., G. R. Affiliate, & G. G. S. Corporation (1988). Perspective on software reuse. Relatório Técnico CMU/SEI-88-TR-22. Software Engineering Institute.

Phoha, V. A. (1997). A standard for software documentation. *IEEE Computer Society* 30(10), 97–98.

Pressman, R. S. (1994). *Software Engineering - A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Series in Computer Science.

Pressman, R. S. (1997). *Software Engineering - A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Series in Computer Science.

Pressman, R. S. (2001). *Software Engineering - A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Series in Computer Science.

Rinc, D. C. (1997). Supporting reuse with object technology. *IEEE Computer Society* 30(10), 43–45.

Rumbaugh, J., I. Jacobson, & G. Booch (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison-Wesley.

Schafer, W., R. Prieto-Díaz, & M. Matsumoto (1994). *Software Reusability*. Editora Ellis Horwood Limited.

Soares, M. D., R. P. de Mattos Fortes, & D. de Abreu Moreira (2001). Manual de instrução da VersionWeb - uma ferramenta que gerencia versões de arquivos através da web. Relatório Técnico 130, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos. São Paulo, Brasil.

Sun (1999). Java code conventions. <http://java.suncom/docs/codeconv>.

Wallin, C. (2002, January). Verification and validation of components and component based software systems. Relatório técnico, Mälardalen University.

Werner, C. M. L. & R. M. M. Braga (2000, Outubro). Desenvolvimento baseado em componentes. Em *XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, páginas 297–329.

Yacoub, S., H. Ammar, & A. Mili (1999). Characterizing a software component. Em *International Workshop on Component-Based Software Engineering*.

Yamashiro, F., L. C. Beraldi, & R. Sanches (1996). Instruções de uso de um sistema de controle de versões RCS - revision control system. Relatório Técnico 44, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Apêndice A

Estudo de Caso

A.1 O Ambiente do Estudo de Caso

A evolução da computação nas últimas décadas permitiu a geração e o armazenamento de uma grande quantidade de dados. Métodos tradicionais para análise desses dados têm se tornado caros e lentos devido ao grande volume de informações disponíveis. Nesse contexto, novas tecnologias têm sido estudadas a fim de automatizar o processo de extração dos padrões embutidos nos dados, trazendo vantagem competitiva para as organizações que fazem uso deles. Esse ramo de pesquisa é chamado de *Extração de Conhecimento de Bases de Dados* (*Knowledge Discovery in Database - KDD*) (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth 1996a).

Por ser uma área de pesquisa relativamente recente, existem poucas ferramentas que suportam o processo como um todo, isto é, que automatizam o processo do início ao fim. Esse fato é agravado ainda pela utilização, por parte das ferramentas, de algoritmos proprietários, limitando o trabalho dos pesquisadores.

Assim, é comum aos pesquisadores, no decorrer dos seus trabalhos, desenvolverem aplicativos que auxiliem seus estudos. Porém, como muitas vezes os trabalhos destas pessoas não acontecem de forma integrada, muitos destes aplicativos são desenvolvidos por mais de um pesquisador, sendo esse um dos principais fatores geradores de esforços repetidos, principalmente no que tange à codificação.

Nesse contexto, os pesquisadores de Aprendizado de Máquina (AM) e *Data Mining* (DM) do Laboratório de Inteligência Computacional (LABIC) do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da USP/São Carlos sentiram-se motivados em desenvolver um ambiente que agrupe um conjunto de ferramentas de maneira integrada e padronizada, a fim de

satisfazer as suas necessidades no que tange às atividades relativas ao processo de Extração de Conhecimento de Bases de Dados. Este ambiente recebeu o título de *Discover* (Baranauskas & Batista 2000).

O principal objetivo do *Discover* é fornecer um ambiente integrado e padronizado que suporte as diversas fases do processo de Extração de Conhecimento de Bases de Dados, desde o acesso e preparação dos dados até a avaliação e disponibilização do conhecimento, permitindo um aumento da produtividade dos pesquisadores de AM e DM através da redução da repetitividade no trabalho dos mesmos. Para isto, deve-se permitir que este processo seja apoiado por um conjunto de componentes que devem ser reutilizados pelos pesquisadores que necessitarem da sua funcionalidade. Vale ressaltar que um ponto crucial é que o ambiente seja suficientemente rígido, a fim de garantir a integração dos trabalhos desenvolvidos, e simultaneamente flexível, para garantir que novas pesquisas, projetos e algoritmos sejam facilmente integrados ao ambiente (Baranauskas 2001).

A.1.1 Histórico

O ambiente *Discover* teve início quando dois alunos de doutorado do LABIC em conjunto com suas orientadoras constataram que os pesquisadores de AM e DM deste laboratório estavam desenvolvendo isoladamente código com a mesma funcionalidade. Essa falta de integração era resultado de uma série de fatores, tais como a falta de documentação e a falta de um repositório onde os códigos desenvolvidos ficariam disponíveis.

Surgiu, então, a proposta de criar um projeto no qual todos os membros do laboratório com pesquisas relacionadas a AM e DM estariam envolvidos - o ambiente *Discover*. A princípio, este projeto consistiria apenas em um repositório de *scripts*, os quais seriam apenas pequenos programas que realizariam tarefas atômicas. Através do uso de *super-scripts*, os quais fariam chamadas a vários *scripts* independentes, seria possível a realização de tarefas mais complexas.

Desta forma, o projeto *Discover* seria como uma série de *scripts* independentes que poderiam ser compostos conforme as necessidades dos usuários. Entretanto, surgiu a proposta de se criar um ambiente integrado, com uma interface gráfica bem definida, que auxiliasse, visualmente, a composição do processo de Extração de Conhecimento (Geromini 2000). Desta maneira, deverá ser construído, pelos alunos do próprio laboratório, um *software* através do qual o pesquisador possa “montar” o processo de Extração de Conhecimento através de componentes visuais e da configuração dos atributos dos mesmos.

O ambiente *Discover* pode ser entendido como um conjunto de métodos que são aplicados sobre os dados ou sobre o conhecimento extraído a partir desses dados. Dessa forma, é muito importante que tal ambiente ofereça uma base sólida para manipular dados e conhecimento. Essa base é composta por sintaxes padrão para a representação de dados e conhecimento, e por componentes que ofereçam um conjunto de funcionalidades básicas de manipulação de dados e conhecimento.

Através de interfaces bem definidas entre os componentes, devem ser utilizados no *Discover* métodos desenvolvidos pelos pesquisadores de AM e DM do LABIC e pela comunidade científica. Assim, pela integração destes diversos trabalhos e reuso dos componentes produzidos, espera-se obter um ganho na produtividade desses pesquisadores através da redução da repetitividade em seus trabalhos, além de uma maior facilidade para realização de experimentos.

A.1.2 O Reuso no *Discover*

Pode-se perceber então que a decisão por implantar o reuso de componentes no processo de extração de conhecimento de bases de dados partiu de professores do LABIC que, em conjunto com seus orientandos, perceberam a necessidade de redução do re-trabalho até então executado. A partir desta necessidade, o LABIC, mais especificamente o ambiente *Discover*, foi selecionado como domínio de execução do estudo de caso deste trabalho.

É válido ressaltar a importância desta necessidade ter sido reconhecida pelo maior nível hierárquico do laboratório, seus professores. Tal fato garantiu o “apoio gerencial” aos trabalhos realizados, fator extremamente necessário para o sucesso dos mesmos. Além disso, tal fato também conferiu importância e credibilidade aos esforços para melhoria do processo perante os desenvolvedores do laboratório, facilitando e melhorando sua receptividade por parte dos mesmos.

Participaram ativamente do estudo de caso três alunos do LABIC (dois mestrando e um doutorando), assumindo o papel dos especialistas no domínio da organização, e uma aluna do LABES¹ (mestranda autora deste trabalho), exercendo o papel de engenheira de *software* e mediadora das reuniões. Vale ressaltar que todos os documentos gerados e mensagens trocadas por *e-mail* (método de comunicação oficial e formal) pelo grupo foram enviados com cópia para a orientadora da aluna e para uma das professoras do LABIC relacionadas ao *Discover* que, por sua vez, era a orientadora dos outros três integrantes do grupo de trabalho.

¹Laboratório de Engenharia de *Software* do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da USP/São Carlos.

A.2 As Reuniões

Os trabalhos de definição de requisitos para implantação do reuso no LABIC² foram agrupados por assunto e, posteriormente, reuniões para tratar de cada um destes assuntos foram agendadas. A primeira reunião do estudo de caso abordou os temas que seriam discutidos no decorrer dos trabalhos, além de um cronograma de reuniões para tratar de cada um destes temas. As reuniões seguintes abordaram questões como gerenciamento de configuração e requisitos para documentação externa.

A seguir, cada uma das reuniões realizadas é descrita em mais detalhes. Vale ressaltar que as reuniões do estudo de caso, apresentadas a seguir, foram precedidas por algumas outras reuniões com o intuito de identificar o que o grupo desejava realmente implantar. O que se percebeu foi que o grupo desejava organizar os programas desenvolvidos de maneira a permitir que outros pesquisadores pudessem reaproveitá-los, ou seja, pretendia-se praticar o reuso do código-fonte produzido. A partir desta definição, o estudo de caso foi planejado.

Como foi citado na Seção 8.4, documentos de diretrizes, atas e resoluções foram criados. Neste capítulo, tais documentos serão citados quando necessário. Porém, é importante ressaltar que as atas foram construídas para todas as reuniões, independente de seu assunto ou resultado, e que cada um dos tópicos abordados deu origem a um único documento de diretrizes e de resoluções.

A.2.1 Reunião I: Validação do Cronograma

Esta reunião foi agendada para o dia 17/05/2002 e abordou o Plano de Trabalho proposto pela aluna que, como já foi dito, exerceu o papel de engenheira de *software* nas reuniões. Nela foram discutidas questões como os assuntos a serem abordados durante os esforços para introdução do reuso, sua ordem de abordagem, as datas das reuniões e a forma como elas seriam realizadas.

Foi sugerido pela aluna que as reuniões seguissem o método FAST, proposto por Pressman (1997), incluindo esta primeira reunião, que permitiu que os alunos o conhecessem e avaliassem. Assim, foi preparado um documento sobre o conteúdo a ser tratado na reunião e o mesmo foi enviado aos seus participantes junto de uma breve explicação sobre a forma como a reunião deveria acontecer, ou seja, o documento deveria ser lido previamente e somente discutido durante a reunião.

²Quando for mencionado o LABIC, entenda-se pesquisas e pesquisadores do LABIC ligados ao *Discover*.

A reunião transcorreu tranqüilamente e os tópicos sugeridos no documento de diretrizes foram aceites integralmente. Assim, a sequência de tópicos a serem abordados em reuniões foi: documentação interna, documentação externa, revisão técnica formal e gerenciamento de configuração. Além disso, algumas outras resoluções foram tomadas:

- O método de realização das reuniões foi aprovado e elogiado, sendo ressaltado que os documentos construídos poderiam ser utilizados como documentação do processo de desenvolvimento do estudo de caso;
- Assim que definidos os requisitos para cada um dos tópicos, os mesmos deveriam ser apresentadas a todo o grupo de trabalho do LABIC relacionado à extração de conhecimento de bases de dados e efetivamente implantados;
- Após um determinado tempo de uso, a execução destas atividades deveria ser checada a fim de que se levantasse e corrigisse os pontos problemáticos.

Nesta reunião também foram discutidas questões como a viabilidade das atividades de controle de mudanças e revisão técnica formal. Estas atividades foram consideradas de difícil implantação pelos alunos do LABIC já que, provavelmente, não existiria uma pessoa que pudesse assumir a responsabilidade de executá-las. Além disso, no caso da atividade de revisão técnica formal, foi levantada a questão de quais itens poderiam ser avaliados, do seu grau de dificuldade e da importância em realizá-la. Porém, como estes tópicos seriam tratados posteriormente, nada foi definido.

Uma outra questão abordada na reunião tratou da ferramenta a ser utilizada para o gerenciamento de configuração. Foram apresentadas duas possibilidades: o uso da ferramenta WINCVS (Harper 2001) ou a construção de uma ferramenta que englobasse não somente o armazenamento e controle de versão dos componentes (realizado através do uso do CVS (Cederqvist, Grubbs, Brunskill, Dyer, Pingle, Peterson, Wallin, Koschuetzki, & Brown 1992)), mas também funcionalidades referentes ao processo execução de revisões e à busca de componentes. No entanto, este assunto foi apenas discutido, sendo a opção por uma dessas possibilidades adaiada para as próximas reuniões.

Seguindo o calendário então estabelecido, a próxima reunião abordou o tema "Definição dos Requisitos para o Código-Fonte".

A.2.2 Reunião II: Definição dos Requisitos para o Código Fonte

Esta reunião foi realizada no dia 24/05/2002 e teve como objetivo a padronização do código-fonte desenvolvido em projetos relacionados ao *Discover*. Esta atividade foi impor-

tante, pois com ela procurou-se organizar e padronizar o código desenvolvido de maneira a facilitar a sua leitura e compreensão por outros pesquisadores conhecedores do padrão.

Para o desenvolvimento do documento de diretrizes, foram pesquisados diversos documentos de padrões para diferentes linguagens, como *JAVA* e *C*. Estes padrões foram analisados e confrontados com as necessidades de um código com o objetivo de ser reutilizado, dando origem às diretrizes apresentadas na reunião. Vale ressaltar que, no documento produzido, ou seja, nas diretrizes apresentadas, não se fez menção a nenhum tipo de linguagem especificamente.

A maioria dos tópicos sugeridos foram aceitos, porém ficou definido que eles seriam classificados em itens obrigatórios e itens fortemente recomendados. A justificativa para esta classificação reside no fato de os alunos considerarem que a padronização de alguns itens não é tão importante e que o excesso de regras poderia limitar por demais a maneira de trabalho dos pesquisadores e trazer descontentamento aos mesmos. Além disso, alguns itens foram inseridos ou desconsiderados por fazerem ou não, respectivamente, sentido no contexto da linguagem *Perl*, utilizada pelo grupo no desenvolvimento de programas para o *Discover*.

As resoluções finais do LABIC para este tópico incluem, em comparação com as diretrizes apresentadas na Seção 8.5.1 para a documentação interna:

- Todos os itens apresentados para a identificação de código, exceto o domínio da revisão do componente;
- Os requisitos para identificação;
- Os requisitos para comentários, exceto informações referentes ao tipo dos parâmetros (entrada ou saída) e ao valor de retorno dos métodos;
- O padrão sugerido para nomenclatura, acrescido de regras para identificadores de arquivos, variáveis globais dentro da classe e dentro dos métodos (necessárias para a implementação de classes em *Perl*);
- Os requisitos para classes, métodos e sub-classes, acrescidos da necessidade da existência obrigatória de um atributo (na classe) de nome *class_version*, cujo conteúdo seria a versão da classe ou sub-classe. Foram eliminados os requisitos referentes à informação de que as variáveis devem ser declaradas no início do método/classe e à exigência da não existência de variáveis globais;

- Os requisitos para tamanho e quebra de linhas;
- Os requisitos para uso linhas e espaços em branco;
- Todos os itens apresentados para declarações, exceto a recomendação para realizar apenas uma declaração por linha. Foi acrescido ainda a necessidade se utilizar o comando `use strict` que obriga, além de outras coisas, a declaração de todas as variáveis na linguagem *Perl*;
- Todos os requisitos para comandos de início/fim de bloco e para comandos simples/compostos, exceto pelo fato de terem seu uso apenas fortemente recomendado;
- Para o tratamento de erros foi definido que deve-se, obrigatoriamente, seguir, quando possível, as exceções padrão a serem definidas pelo grupo. Quando isto não for possível, o contexto de execução da exceção deve ser muito bem documentado;
- Os requisitos para utilização de parênteses, exceto pelo fato de terem seu uso apenas fortemente recomendado;
- Foi selecionado o uso obrigatório do Inglês como idioma oficial;
- A hierarquia dos componentes deveria ser definida pelo grupo e todo componente deveria ser classificado em um dos níveis da mesma. Caso isso não fosse possível, o desenvolvedor deveria entrar em contato com o responsável pela divisão hierárquica, o qual teria autoridade para resolver a questão;
- As diretrizes específicas para o desenvolvimento de código orientado a objetos foi bastante modificada devido as particularidades da linguagem *Perl*. Entre as diretrizes seleccionadas (mantidas ou inseridas) estão: não utilizar herança múltipla, separar os métodos redefinidos nas sub-classes, documentar quando um método deve ser redefinido, manter as classes, sub-classes e métodos pequenos (com menos de 25 métodos, 10 novos métodos e 30 linhas, respectivamente), manter o número de parâmetros baixo (menos de 5), declarar em comentário se um método é *constant*, considerar e utilizar os atributos da classe como se fossem *private* e não utilizar *switch* nos tipos de objetos.

Ficou decidido também que os alunos do LABIC participantes da reunião seriam responsáveis pela construção de: um documento contendo requisitos de código específicos para a

linguagem *Perl*, um exemplo dos requisitos definidos nesta reunião (programa em *Perl*, seguindo todos os requisitos definidos) e um documento contendo as regras para tratamento de erros, incluindo as exceções padrão a serem utilizadas pelos desenvolvedores.

A reunião seguinte abordou a definição de requisitos para a construção da documentação externa dos programas.

A.2.3 Reunião III: Definição de Regras para Documentação de Externa

Esta reunião foi realizada no dia 07/06/2002 e teve como objetivo a padronização do conteúdo e da formatação da documentação externa dos componentes, facilitando assim a sua leitura e compreensão por outros pesquisadores conhecedores do padrão.

Para o desenvolvimento do documento de diretrizes, foram pesquisados diversos documentos que apresentassem sugestões para a construção de uma documentação de utilidade efetiva. Analisando estes documentos e confrontando-os com a realidade de pequenos grupos de desenvolvimento, nos quais, na maioria das vezes, a documentação é vista apenas como “perda de tempo”, procurou-se identificar itens importantes para a construção de uma documentação que suprisse as necessidades do reuso. Desta análise, surgiram as diretrizes apresentadas na reunião.

Logo no início dos trabalhos de pesquisa para esta reunião surgiu uma dúvida que, percebeu-se então, deveria ter surgido e sido esclarecida na reunião anterior: O que seria um componente? Uma classe, um método, um *script*? Optou-se então pela apresentação, no documento de diretrizes, de informações consideradas importantes independente de o que seria considerado um componente no *Discover*. Esta discussão deveria ser apresentada ao grupo de trabalho durante a reunião e os especialistas no domínio seriam os responsáveis por tal decisão.

É importante citar que, inicialmente, o objetivo desta reunião era somente padronizar o conteúdo da documentação externa. A idéia de padronizar também a formatação desta documentação, ou seja, a forma como as informações estariam nela dispostas, surgiu durante a construção do documento de diretrizes. Foi então considerada a possibilidade de desenvolvimento de um *template*, ou seja, um documento padrão no qual as informações seriam previamente distribuídas e os desenvolvedores deveriam apenas preencher os campos requisitados. Desta maneira, por diminuir o trabalho dos desenvolvedores na confecção da documentação, esperava-se diminuir também sua rejeição à mesma. No estudo de caso, foram propostas duas opções de *template*: um formulário em um documento *Microsoft Word*, cuja utilização é bastante conhecida pela maioria dos desenvolvedores, ou

a construção de uma aplicação disponibilizada em rede para preenchimento do formulário, com suas informações salvas em uma base de dados. Algumas das vantagens desta segunda opção, apresentada como recomendada, são:

- A independência da localização e a não necessidade de se ter o formulário em um determinado computador. No caso da aplicação em rede, o formulário poderia ser acessado por qualquer computador e usuário com acesso ao mesmo;
- A independência da tecnologia *Microsoft*;
- A construção automática da documentação externa (cujo formato sugerido foi o PDF) através do $\text{\LaTeX}$.

A primeira questão discutida na reunião foi o que seria considerado um componente, isto porque esta informação traria impactos na definição dos requisitos para a documentação externa. Foram analisadas considerações como o tipo de estrutura que o grupo costumava desenvolver, as possibilidades da linguagem que o mesmo utilizava, o que seria reutilizado, a unicidade da funcionalidade do componente (como recomendado por Karlsson (1995)), a estrutura dos componentes que já estavam prontos e sua aceitação no repositório. Por consenso, foi definido que todos os componentes do repositório seriam classes. Os programas que já estivessem prontos e não fossem classes seriam transformados por seus autores. Esta decisão resultou na necessidade de se alterar os requisitos definidos para o código-fonte. Por isso, foi criado o documento de resoluções cujo objetivo é documentar alterações nos requisitos inicialmente definidos, sem, com isso, precisar alterar as atas de reunião. Por motivo de padronização dos trabalhos, optou-se por criar, para cada um dos temas analisados, o documento de diretrizes e o documento de resoluções. A ata deveria ser criada para cada uma das reuniões.

Como já se previa, foi levantada na reunião a preocupação do grupo em não sobrecarregar os desenvolvedores na construção da documentação, o que poderia desestimulá-los. Com base nesta preocupação, o grupo optou pela segunda opção de *template*, ou seja, pela construção de um aplicativo disponível em rede para a documentação dos componentes. Desta maneira, as informações desta documentação seriam mantidas em uma base de dados e utilizadas posteriormente para outras atividades, como busca, por exemplo. Deveria ser disponibilizada também a funcionalidade de geração de documentos, no formato $\text{\LaTeX}$, contendo as informações dos componentes.

Foi levantado também o problema da dificuldade existente para se reunir tudo o que já havia sido programado e a necessidade das orientadoras destes membros participarem do incentivo, e se necessário, da cobrança da execução deste tipo de atividade.

As resoluções finais do LABIC para este tópico incluem, em comparação com as diretrizes apresentadas para a documentação externa na Seção 8.5.1:

- Os mesmos itens referentes à documentação da classe como um todo (incluindo a cardinalidade), exceto a cardinalidade da informação de classificação hierárquica (1..N no caso do LABIC), a informação de domínio para a revisão (inexistente no caso do LABIC) e a informação de arquivo da classe no CVS (inexistente na proposta apresentada na Seção 8.5.1);
- Os mesmos itens referentes à documentação dos métodos, exceto a informação referente aos arquivos dos documentos anexos no CVS (inexistentes na proposta da Seção 8.5.1), e a informação do valor de retorno do método (inexistente no caso do LABIC);
- Os mesmos itens da documentação a serem utilizados na busca de componentes.

As duas reuniões seguintes abordaram o tema Revisão Técnica Formal e serão apresentadas na próxima seção.

A.2.4 Reuniões IV e V: Definição do Processo de Execução de Revisões Técnicas Formais

Este assunto foi abordado em duas reuniões. Na primeira delas deveria ser definida a forma de execução das revisões e na segunda um ou mais componentes deveriam ser submetidos ao processo definido a fim de avaliar sua adequabilidade e, se necessário, modificá-lo.

A primeira reunião ocorreu no dia 24/06/2002. A construção do documento de diretrizes para esta reunião teve como base os livros de Berlack (1992), Pressman (1994), Pressman (1997) e da Rocha, Maldonado, & Weber (2001), o artigo de Ambriola, Bendix, & Ciancarini (1990) e a dissertação de Pacheco (1997). É importante ressaltar que, com o decorrer dos trabalhos, a neutralidade das diretrizes, a sua independência do estudo de caso foi comprometida, pois as mesmas precisavam tomar como base as decisões tomadas em reuniões anteriores, decisões estas particulares ao LABIC.

O documento de diretrizes iniciou-se com uma breve discussão geral sobre revisão técnica formal, apresentando seu conceito, objetivos, vantagens e desvantagens. A apresentação

de tal discussão foi julgada necessária em razão de a maioria dos participantes da reunião não serem da área de Engenharia de *Software* e, possivelmente, não conhecerem o assunto. Seu objetivo foi nivelar basicamente o conhecimento dos participantes das reuniões neste assunto. Posteriormente, foi apresentado um processo de execução de revisões bastante semelhante ao apresentado na Seção 8.5.2, incluindo aprovação, aprovação provisória e reprovação de componentes, além dos requisitos para a aprovação provisória e definitiva dos mesmos.

Esta reunião, como já se imaginava, gerou bastante polêmica entre o grupo, visto que abordava um tópico cuja aceitação não seria muito fácil em virtude dos recursos necessários e da “burocracia” gerada. Diversos problemas foram discutidos na reunião, sendo o principal deles a probabilidade da inexistência dos recursos humanos necessários para a execução das revisões. Porém, como a disponibilização de recursos estava fora do escopo de responsabilidades dos participantes da reunião, o grupo optou por adiar a mesma até que se resolvesse a questão com um professor.

Uma outra questão abordada na reunião foi a necessidade de se apresentar ao restante dos alunos relacionados ao *Discover* as regras para documentação externa e, principalmente, para codificação dos componentes. Porém, a questão foi apenas discutida e nada foi definido.

A segunda reunião sobre revisão técnica formal foi realizada no dia 04/07/2002. No período entre a primeira e a segunda reunião, os alunos do LABIC participantes da reunião entraram em contato com uma das professoras responsáveis pelo *Discover* para decidir sobre a realização ou não das revisões, e, caso se optasse por realizá-las, como isto seria feito. Como a segunda reunião foi apenas uma extensão da primeira, não foi apresentado nenhum documento de diretrizes.

Com base no histórico de discussões sobre o assunto em reuniões anteriores, esperava-se que o grupo optasse por não implantar as revisões, que, ao que parecia, era considerado pelos alunos do LABIC um trabalho muito oneroso e até certo ponto “desnecessário” ao grupo, o qual, por sua vez, deveria “confiar” no trabalho de seus desenvolvedores, como mencionado pelos próprios alunos. Porém, não foi esta a opção da professora. Segundo o que foi apresentado pelos alunos, a professora optou pela implantação de uma revisão simplificada - a verificação, visto que não seria mesmo possível ter alunos integralmente disponíveis para a execução de revisões, embora esta disponibilidade não fosse imprescindível. Além disso, os alunos que ficariam então responsáveis por realizá-las não poderiam ser sobrecarregados por esta atividade, pois seu foco principal deveria ser em seus projetos.

O processo de revisão foi então simplificado, passando a ser uma verificação realizada através de revisões e abordando somente questões muito importantes para manter um mínimo de coerência entre a documentação externa e o código, informações importantes para a busca dos componentes e informações essenciais para identificação do código. As principais características do processo adotado são a restrição do resultado da revisão para componentes aprovados e reprovados, e a seleção de algumas características com as quais os componentes já poderiam ser aprovados. É importante ressaltar que, da maneira como foi definida a revisão, determinados itens dos padrões estabelecidos para documentação, embora obrigatórios, somente serão realmente respeitados se houver colaboração dos desenvolvedores dos componentes, visto que tais itens não são vistoriados, exigidos na revisão.

Como mencionado no início desta seção, pretendia-se realizar uma revisão piloto, a fim de testar a viabilidade do processo definido. Porém, como a execução deste teste atrasaria o cronograma e não era extremamente necessária, o grupo optou por não realizá-la.

A questão da passagem dos requisitos definidos aos desenvolvedores foi novamente abordada nesta reunião. A preocupação residia no fato de estes desenvolvedores passarem a construir programas seguindo o padrão o mais rápido possível, a fim de que não tivessem que modificá-los posteriormente, tarefa esta onerosa, desagradável e passível de introdução de erros no código. Foi decidido que seria construído e disponibilizado na rede um *site* contendo as resoluções e um componente exemplo que seguisse os padrões estabelecidos. Além disso, o documento de requisitos referentes à linguagem *Perl* também deveria ser disponibilizado neste *site*. Posteriormente, deveria ser ministrada uma palestra a fim de apresentar os novos padrões aos desenvolvedores, ilustrando-os e solucionando dúvidas caso surgissem.

A próxima reunião abordou o tema gerenciamento de configuração de *software*.

A.2.5 Reunião VI: Definição do Plano de Gerenciamento de Configuração

No cronograma proposto, este assunto foi separado em cinco reuniões cujos assuntos seriam: definição do processo de controle de mudanças, definição do processo de controle de versões, definição do processo de controle de acesso, definição do processo de notificação de mudanças e definição do processo de manutenção de histórico. Esta divisão foi definida porque, inicialmente, acreditava-se que principalmente as duas primeiras reuniões desta sequência seriam muito polêmicas e extensas. No entanto, ao preparar o documento de diretrizes, percebeu-se que seria uma melhor opção construir este documento abordan-

do todas estas questões. Na reunião, realizada no dia 14/08/2002, os assuntos seriam tratados individualmente, conforme aparecessem no documento. Caso esta reunião se estendesse por muito tempo, ela deveria ser suspensa ao final de um determinado tópico e retomada posteriormente. Porém, tal interrupção não foi necessária e todos os tópicos foram abordados por completo em uma única reunião.

Para confecção do Plano de Gerenciamento de Configuração proposto, tomou-se como base o trabalho desenvolvido por Pacheco (1997). Neste trabalho, o autor abordou a implantação do gerenciamento de configuração em organizações de pequeno porte, cujo ambiente é semelhante ao encontrado em um laboratório de pesquisa. Sendo assim, foram feitas algumas adaptações no plano proposto por Pacheco (1997), a fim de satisfazer às particularidades do LABIC, como, por exemplo, a inexistência de uma estrutura hierárquica do tipo diretor-gerente-equipe de desenvolvimento.

A parte mais importante do plano é a que define a forma como as tarefas do gerenciamento de configuração serão executadas. No item que trata da seleção dos itens da configuração, o grupo de trabalho definiu que fariam parte da configuração os arquivos de código-fonte dos componentes e todos os arquivos referentes à sua documentação externa. No item que trata das linhas de referência, foram definidos alguns momentos nos quais, se os desenvolvedores relacionados ao *Discover* não tiverem disponibilizados determinados produtos (os componentes que estão em desenvolvimento e os componentes que estão prontos), uma mensagem deveria ser enviada ao pesquisador e ao seu orientador avisando que o prazo para entrada das informações terminou e ele ainda não a fez. No item que aborda a identificação dos itens da configuração, a nomenclatura definida inicialmente foi mantida e acrescida de regra para contemplar a nomenclatura dos arquivos. No item que aborda a organização do repositório, foi decidido que o mesmo deve ser dividido em diversos módulos, representando a classificação hierárquica dos componentes e, em última instância, os próprios componentes. No item que trata do controle da configuração, foi definido que alterações nos componentes somente poderiam ser realizadas mediante solicitação e aprovação formal das mesmas. No item que aborda o relato da situação da configuração, ficou decidido que serão definidos pelo LABIC os relatórios julgados necessários (e as informações que nele estarão contidas) e a quem os mesmos serão disponibilizados. Os itens que tratam da auditoria da configuração, do controle de interface e do controle de sub-contratados e fornecedores não serão implantados, ao menos inicialmente, por motivos diversos. Foi definido também um roteiro para implantação do gerenciamento de configuração e de todos os outros processos e padrões definidos nas reuniões no

dia-a-dia dos desenvolvedores do LABIC. Foram estabelecidas as necessidades de recursos humanos, equipamentos e *software* necessários, e o processo de manutenção do plano de gerenciamento de configuração.

Foi definido também que as tarefas tanto do gerenciamento de configuração como das revisões possíveis de serem automatizadas serão implementadas na ferramenta proposta para padronizar a organização da documentação externa (citada no final da Seção A.2.3).

Foi solicitada nesta reunião, a inclusão na ferramenta de documentação de uma funcionalidade referente a divulgação de problemas (*bugs*) nos componentes. Foi definido que seria disponibilizada uma área para apresentação dos *bugs* contendo as seguintes informações: descrição do problema ou *bug*, versão do componente na qual o problema foi encontrado, data da descoberta do problema, autor da descoberta, correção do problema, autor da correção, data da correção e versão do componente na qual o problema foi corrigido.

Esta ferramenta teve sua construção inicialmente atribuída a um dos participantes da reunião (pertencente ao LABIC). Posteriormente, em função das novas funcionalidades a ela atribuídas, decidiu-se que a engenheira de *software* do grupo de trabalho faria a modelagem da ferramenta e a implementação da mesma deveria ser discutida pelos alunos do grupo do LABIC com as professoras relacionadas ao *Discover*. Depois de discutida a questão da implementação, o aluno anteriormente selecionado para fazê-la teve sua alocação para tal tarefa confirmada.

Logo após esta última reunião, em conversas informais com integrantes do LABIC relacionados ao *Discover*, estes perguntaram quando os padrões definidos seriam a eles apresentados. Sua preocupação residia na necessidade de terem que alterar, e conseqüentemente re testar, uma grande quantidade de código-fonte. Nesse momento, percebeu-se que já havia uma certa aceitação (e até mesmo interesse), por parte dos desenvolvedores, ao menos da ideia de que teriam seus códigos submetidos a padrões de construção, o que poderia facilitar bastante a atividade de implantação dos requisitos e atividades definidos.