

# Modelagem do Processo de Gerenciamento da Configuração de Software para um Ambiente Integrado

Martha A. D. Abdala  
Centro Técnico Aeroespacial (CTA)

martha@iae.cta.br

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
(INPE)

Nilson Sant'Anna  
nilson@lac.inpe.br

## Resumo

*Os processos utilizados na engenharia de software têm impacto direto na qualidade dos produtos gerados, portanto devem ser claramente entendidos e definidos para que possam ser implantados em uma organização.*

*Modelar um processo significa representá-lo através de uma coleção estruturada de elementos que descrevem suas características. Interpretando-se esta descrição podem-se identificar os diferentes níveis de suporte automatizado que facilitam sua efetiva implantação.*

*Este trabalho apresenta um estudo sobre a modelagem de processos, visando a definição do processo da Gerência da Configuração de Software que será suportado por um ambiente integrado para o desenvolvimento e gestão de projetos de software. Padrões e modelos de processo são utilizados como ponto de partida para definição deste processo e o SPEM é apresentado como a linguagem de modelagem utilizada para expressá-lo.*

## 1. Introdução

Nos últimos 20 anos, com o aumento extraordinário dos produtos e serviços oferecidos por sistemas computadorizados, que desempenham um papel cada vez mais essencial e crítico na sociedade, tem aumentado a preocupação dos desenvolvedores em entender e melhorar a qualidade do *software* produzido. Dentre as direções tomadas pela pesquisa na área de Engenharia de *Software* está aquela voltada para o estudo e melhoria dos processos através dos quais o *software* é desenvolvido [6].

Instituições como o SEI (*Software Engineering Institute*), nos EUA, e o ESA (*European Software Institute*), na Europa, foram criados para pesquisa do processo de *software*. Organismos internacionais de padronização também têm centrado esforços no processo

de *software*, como o ISO, que criou os padrões 12207 (atividades do ciclo de vida do *software*) [8] e o 15504 (determinação da capacidade de processo de *software*) [9]. No Brasil, nota-se o aumento do interesse pelo assunto nos vários eventos realizados na área, como o SIMPROS, Simpósio Internacional de Melhoria de Processo de *Software*, entre outros, além do interesse de universidades, órgãos governamentais e indústria.

Um processo de *software* [6] consiste em um conjunto de políticas, estruturas organizacionais, tecnologias, procedimentos e artefatos necessários para conceber, desenvolver, construir e manter um produto de *software* e tem um impacto direto na qualidade dos produtos gerados.

A modelagem de processo de *software* refere-se, à definição deste processo como um modelo, expresso em uma linguagem adequada, aliada, opcionalmente, a algum suporte computacional automatizado, disponível para modelar e executar este modelo [4]. As linguagens utilizadas para expressar os modelos são conhecidas como Linguagens de Modelagem de Processo (em inglês, *Process Modeling Languages – PMLs*). Ferramentas que suportam a definição, análise, execução e melhoria de um modelo de processo são conhecidas como Ambientes de Engenharia de Software Centrados em Processos (em inglês, *Process-Centered Software Engineering Environments, PSEEs*).

Dentre os vários processos empregados no desenvolvimento de *software*, considerados pelos padrões e modelos de processo, a Gerência da Configuração de *Software* (GCS) é aquele que fornece as técnicas, os métodos e procedimentos para manter a integridade do produto de *software* durante todo seu ciclo de vida, através do controle sistemático de suas modificações e de seu armazenamento controlado, bem como do relato da situação do produto a todos os envolvidos no seu desenvolvimento. Estas atividades ajudam a eliminar inconsistências e redundância de trabalho, aumentando assim a qualidade do produto e a produtividade dos desenvolvedores.

Dada a importância da GCS, os padrões e modelos de processo, como o ISO/IEC 12207 e 15504, e o CMM (*Capability Maturity Model*), do SEI, exigem o controle das modificações de produtos através do uso de gerenciamento da configuração.

Nestes padrões os processos de *software* aparecem sob uma perspectiva funcional; não se apresentam descrições detalhadas de procedimentos, que ficam a cargo das organizações desenvolvedoras que deles se utilizam. Entender e definir um processo de *software* não é tarefa trivial. Segundo [6] a primeira contribuição da área de pesquisa de processo de *software* foi o aumento da percepção de que desenvolver *software* é um processo complexo.

Desta forma, a modelagem de processos e o suporte automatizado de um ambiente integrado apresentam-se como facilitadores para definição e a efetiva implantação destes em uma organização desenvolvedora de *software*.

Este trabalho apresenta um estudo sobre a modelagem de processos, visando a definição dos processos da Gerência das Modificações e da Configuração em um Ambiente Integrado para o desenvolvimento e gestão de projetos de software, o e-Webproject<sup>1</sup>. Como ponto de partida para a definição destes processos utilizam-se os padrões ISO/IEC 12207 e 15504, e a linguagem de modelagem de processo SPEM para expressá-los. Uma vez definidos, os processos podem ser automatizados e suportados pelo ambiente, oferecidos como serviços e adaptados às necessidades, ou melhorados, pela organização que deles se utilizar.

O restante deste artigo encontra-se assim dividido: a seção 2 apresenta a Gerência da Configuração de Software (GCS) nos modelos de processo de software utilizados como base do estudo. Na seção 3, a modelagem de processo e a linguagem de modelagem de processo SPEM são apresentadas. Na seção 4, são discutidos os ambientes centrados em processo, o ambiente integrado onde os processos objetos deste estudo serão implementados, bem como a visão e os requisitos para a Gerência das Modificações e da Configuração neste Ambiente. Na seção 5, um exercício de modelagem é mostrado. Finalmente, na seção 6, são apresentadas as considerações sobre o trabalho realizado e na 7, as referências.

---

<sup>1</sup>e-WebProject® é um produto registrado pela SESIS, Sistemas de Engenharia de Software, cujo desenvolvimento é apoiado pelo Programa de Capacitação de Recursos Humanos (RHAÉ) do CNPq.

## 2. A Gerência da Configuração e os modelos de Processo de Software

O padrão ISO/IEC 12207 prescreve um processo para o desenvolvimento e manutenção de software, através da determinação de um conjunto de atividades essenciais que devem ser completadas para se obter um produto de software. O ISO/IEC TR 15504 define uma estrutura para avaliação e melhoria de processos de engenharia de software, e prescreve práticas básicas que devem ser realizadas para que se atinjam certos níveis de maturidade. Ambos baseiam-se num modelo muito semelhante, de modo que uma abordagem baseada no 15504 está alinhada ao 12207.

O ISO/IEC 15504 é um modelo contínuo: a maturidade da organização desenvolvedora de software é avaliada para todas as áreas de processo individualmente, de maneira idêntica. A Gerência da Configuração é uma área de processo e também um requisito para obtenção do nível 2 para todas as demais áreas de processo. O propósito da GCS, segundo este modelo, é estabelecer e manter a integridade de todos os produtos de trabalho de um processo ou projeto.

No 12207, o processo da GCS consiste das atividades: implementação do processo, identificação, controle, relato da situação e avaliação da configuração e gerenciamento da liberação e entrega. Estas atividades estão descritas sucintamente no padrão.

O CMM é um dos mais utilizados modelos de maturidade, que evoluiu para o CMMI – CMM *Integration*, publicado em 2000. Este apresenta um conjunto de modelos caracterizados como representações que podem ser em estágios ou contínua. Esta representação contínua assemelha-se à do 15504. O CMMI define o propósito da GCS, de maneira semelhante ao 12207, e estabelece os seguintes objetivos para a GCS: estabelecer *baselines*, acompanhar e controlar modificações e estabelecer a integridade das *baselines*. Práticas específicas são associadas a cada objetivo.

Na Tabela 1, associadas às atividades da GCS no padrão 12207, encontram-se as práticas básicas do 15504, bem como, a título de comparação, as práticas específicas do CMMI. Na última coluna da tabela apresentam-se as atividades da GCS identificadas para serem realizadas no ambiente.

Os padrões da ISO têm sido alvo de interesse crescente por parte da comunidade de software internacional, embora não sejam muito utilizados no Brasil. Por exemplo, segundo pesquisa do MCT ([www.mct.gov.br/Temas/info/Dsi/Quali2001/QualiProcessos/S2001.htm](http://www.mct.gov.br/Temas/info/Dsi/Quali2001/QualiProcessos/S2001.htm)) realizada em 2001, 55,1% das empresas

**Tabela 1. A GCS nos padrões/ modelos de processo e no ambiente integrado**

<b>ATIVIDADES ISO/IEC 12207</b>	<b>PRÁTICAS BÁSICAS ISO/IEC 15504</b>	<b>PRÁTICAS ESPECÍFICAS - CMMI</b>	<b>AMBIENTE INTEGRADO</b>
Implantação do processo	BP1 – Desenvolver uma estratégia para o gerenciamento da configuração BP2 – Estabelecer um sistema de gerenciamento da configuração	SP 1.2-1 – Estabelecer um sistema de gerenciamento da configuração	Implantar o processo
Identificação da configuração	BP3 – Identificar os itens de configuração BP4 – Manter descrição do item de configuração BP7 – Manter histórico do item de configuração	SP 1.1-1 – Identificar itens de configuração	Identificar configuração Manter informação da configuração
Controle da configuração	BP5 – Gerenciar modificações BP7 – Manter histórico do item de configuração	SP 2.1-1 – Acompanhar solicitações de modificação SP 2.2-1 – Controlar itens de configuração SP 3.1-1 – Estabelecer registros do gerenciamento da configuração	Gerenciar modificações Manter informação da configuração
Relato da situação da configuração	BP 8- Relatar situação da configuração	SP 3.1-1 – Estabelecer registros do gerenciamento da configuração	Relatar situação da configuração
Avaliação da configuração	-	SP 3.2-1 – Executar auditorias da configuração.	Obs.: A avaliação da configuração será feita pelo processo de Auditoria da qualidade
Gerenciamento da liberação e entrega	BP 6 – Gerenciar liberação do produto BP 9 – Gerenciar a liberação e entrega dos itens de configuração	SP 1.3-1 – Criar ou liberar <i>baselines</i>	Gerenciar liberação dos itens de configuração Gerenciar distribuição do produto

nacionais desenvolvedoras de software pacote para comercialização pesquisadas conheciam o 12207 e apenas 12,2% estavam utilizando ou começando a utilizar.

Certamente, devido à globalização na produção de software, a busca dos desenvolvedores nacionais pelos níveis de qualidade segundo estes padrões internacionais deve crescer. Junto com o aumento do interesse pelos padrões cresce também o interesse pela GCS, já que estes padrões incluem requisitos para o gerenciamento da configuração.

### 3. A Modelagem dos Processos

As diversas linguagens ou abordagens de modelagem de processos apresentam diferentes elementos de um processo [4], [6]. No entanto, alguns elementos são comuns às várias abordagens como: agentes ou atores, papéis, atividades e artefatos ou produtos. Os agentes ou

atores são entidades que executam um processo e podem ser pessoas, sistemas ou ferramentas. Um ator pode desempenhar vários papéis. Os papéis descrevem um conjunto de responsabilidades de atores ou grupos, os direitos e as habilidades necessárias para realizar uma atividade específica do processo de software. Uma atividade inclui e implementa os procedimentos, as regras, as políticas e os objetivos para gerar e modificar um conjunto de artefatos. Um artefato ou produto é o (sub)produto e a matéria prima de um processo. Os (sub)produtos podem ser criados, acessados ou modificados durante a atividade do processo.

O SPEM [11], *Software Process Engineering Metamodel*, é um metamodelo (conjunto de construtores e regras para a criação de modelos) que pode ser usado para descrever um processo concreto ou uma família de processos de desenvolvimento de software relacionados. A execução do processo (*enactment*) não está no escopo deste modelo. O SPEM foi desenvolvido pelo OMG (*Object*

*Management Group*) para tentar suprir a necessidade de um padrão para as técnicas de modelagem de processo surgidas nos últimos anos. Define o conjunto mínimo de elementos de modelagem necessários para descrever qualquer processo de desenvolvimento de software, utilizando uma abordagem orientada a objetos e a UML (*Unified Modeling Language*, linguagem gráfica para modelagem de sistemas discretos, de maior aplicabilidade na área de projeto de software orientado a objetos; a UML 1.4, de Jan 2001, é a versão referenciada pelo SPEM) como notação.

O SPEM utiliza mecanismos de extensão da semântica padrão da UML, para adaptá-la ao propósito da modelagem de processos, que são: estereótipos, valores atribuídos e restrições. Um estereótipo, por exemplo, estende o vocabulário da UML, permitindo a criação de novos blocos de construção derivados dos já existentes.

Um fator que favorece a escolha do SPEM para a definição de processos é que ele tanto define capacidades de modelagem dedicadas ao domínio do processo de software, quanto se beneficia da expressividade da UML. Assim, desenvolvedores de software que estejam familiarizados com a UML podem reutilizar seus conhecimentos de modelagem de software no domínio da modelagem de processos de software.

### 3.3.1. A notação SPEM

Os diagramas da UML são usados para apresentar os vários aspectos de um modelo de processo de software, como os de classe, de pacote, de atividade, de caso de uso, de seqüência e de estados, com algumas restrições. Os diagramas de implementação e componentes não são usados porque contêm alguns elementos semânticos da UML que foram excluídos do SPEM. O diagrama de atividades, por exemplo, permite a apresentação da seqüência de atividades com seus produtos de trabalho de entrada e saída, bem como os estados do fluxo de objetos. “Raias” podem ser utilizadas para separar as responsabilidades dos diferentes papéis do processo.

Os elementos de definição do processo do SPEM são representados por estereótipos. Ícones especiais foram criados para os mais freqüentemente utilizados, como atividades, produtos de trabalho, papéis, etc (veja alguns exemplos na Tabela 2).

## 4. Um Ambiente Centrado em Processo – o eWebProject

Ambientes centrados em processos (PSEEs) suportam a modelagem e execução de processos de software. Estes ambientes se propõem a melhorar a comunicação entre os elementos envolvidos, acompanhar a situação atual dos

produtos e dos processos, permitir ações automáticas durante o desenvolvimento, conduzir o fluxo das atividades, entre outras atividades.

**Tabela 2. Ícones e estereótipos do SPEM**

Estereótipo	Comentário	Notação
<i>WorkProduct</i>	Classe de produto de trabalho produzido em um processo e está associado a um tipo de produto.	
<i>WorkDefinition</i>	Descreve o trabalho executado no processo. Suas subclasses são <i>Activity</i> , <i>Phase</i> , <i>Iteration</i> e <i>LifeCycle</i> .	
<i>Activity</i>	Descreve uma parte do trabalho executado por um <i>ProcessRole</i> : as tarefas, operações e ações que são executadas por um papel.	
<i>ProcessRole</i>	Define responsabilidades sobre <i>WorkProducts</i> específicos e é o executor de <i>Activities</i> .	
<i>Document</i>	Diferentes tipos de <i>WorkProduct</i> como por exemplo Documento Texto, um Modelo UML, Executável, Biblioteca de Código, etc.	

Um modelo de processo dentro de um PSEE é instanciado pelo ambiente através de um cronograma, definindo os desenvolvedores que atuarão no processo, os recursos a serem alocados e os artefatos a serem manipulados. Um mecanismo de execução (*enactment*) é responsável pela coordenação das atividades descritas em um modelo de processo, que podem ser realizadas por desenvolvedores ou agentes de forma automatizada.

### 4.1 O e-WebProject - Ambiente Integrado para a Gestão de Projetos de Software

O e-WebProject [13] atualmente em desenvolvimento, consiste de um conjunto de ferramentas para apoiar as atividades de desenvolvimento e gestão do processo de construção de software. Este ambiente é organizado em áreas de negócio, de maneira a proporcionar apoio

eficiente à gerência de projetos. Tem como características o uso do trabalho cooperativo centrado no processo, o conceito de ambiente ativo ou capacidade de

forçar o fluxo de trabalho (*workflow*) e de agentes autônomos, elementos que executam ações efetivas para o desenvolvimento, gerenciamento e controle dos produtos de software, de forma independente da intervenção humana.

A integração das equipes de trabalho, a utilização de tecnologia para controle dos processos envolvidos e a disponibilização de um conjunto de serviços oferecidos pela WEB/Internet para os vários participantes do processo (desenvolvedores, gerentes, clientes) são alguns dos benefícios propostos pelo Ambiente, para a obtenção de ganhos de produtividade.

No e-WebProject, são definidas categorias de gerenciamento estabelecidas pelo PMI [12] e acrescentadas outras para melhor se adequar as necessidades específicas de projetos de software, dentre estas, a Gerência das Modificações e da Configuração. Caberá ao Ambiente prover o apoio necessário de maneira a que cada gerência desempenhe com sucesso suas atividades.

## 4.2 A Gerência das Modificações e da Configuração

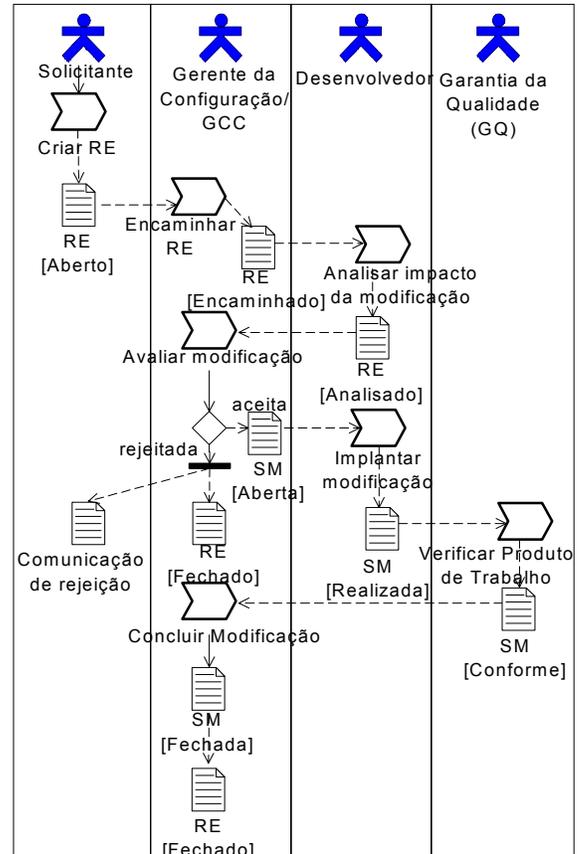
No ambiente integrado proposto em [13], o gerenciamento das modificações e da configuração é parte integrante e essencial por todo o processo de desenvolvimento do software, sendo responsável pela definição de elementos controlados, a garantia da correta modificação nesses elementos, a disseminação da informação das modificações e o estabelecimento da configuração de um produto.

Para garantir a correta modificação de um produto, é necessário uma atividade identificada como Gerenciar Modificações.

## 5. Exemplo de Modelagem de Processo: Diagrama de Atividades – Gerenciar Modificações

Uma de suas atividades fundamentais da GCS é o gerenciamento das modificações (SUP.2.BP5) que consiste em registrar e relatar o status dos itens de configuração e das solicitações de modificação. As modificações devem ser revistas e autorizadas.

O gerenciamento das modificações [8] é iniciado por um evento ou necessidade de modificação. Este evento é documentado em um Registro de Evento (RE), que é a entrada para a atividade de controle de modificações. Um RE deve ter um ciclo de vida controlado e documentado no próprio RE, que consiste nas fases representadas pelas seguintes atividades (Figura1):



**Figura 1. Diagrama de Atividades: Gerenciar Modificações (ciclo de vida do RE)**

**Atividade 1:** Criar Registro de Evento de Modificação. O Solicitante preenche o RE. O evento pode ser uma mudança de requisitos, introdução de novas funcionalidades no sistema, melhorias, revisão de documentos ou correção de erros, por exemplo. O RE é encaminhado ao Desenvolvedor.

**Atividade 2:** Analisar Impacto da Modificação. O Desenvolvedor determina quais itens de configuração serão afetados pelas possíveis modificações, estima a extensão destas modificações e registra o resultado da análise no RE.

**Atividade 3:** Avaliar Modificação. O Gerente de Configuração, ou um grupo por ele encabeçado, aceita ou rejeita as modificações. Se aceita, são criadas uma ou mais Solicitações de Modificação (SM), e encaminhada(s) para o Desenvolvedor. No RE são registradas as SMs criadas. Se as modificações forem rejeitadas, o RE é fechado e o Solicitante comunicado.

**Atividade 4:** Implantar Modificação. O Desenvolvedor implementa as modificações solicitadas, e as registra na SM, informando quando e por quem foram

feitas. O Desenvolvedor cria novo item de configuração, e encaminha a(s) SMs ao responsável pela GQ.

**Atividade 5:** Verificar o Produto de Trabalho. O resultado desta atividade realizada pela GQ (parecer do Relatório de Verificação) é registrado na SM, que é encaminhada para o Gerente de Configuração.

**Atividade 6:** Concluir Modificação. O novo item avaliado e aprovado pela GQ é colocado na biblioteca controlada. O Gerente de Configuração informa o solicitante e demais envolvidos sobre a situação da modificação. As SMs são fechadas quando todas as modificações forem aceitas e implementadas. O RE é fechado quando todas as SMs forem fechadas. As SMs deve ser armazenadas convenientemente.

## 6. Considerações Finais

Processos de desenvolvimento bem definidos são essenciais na engenharia de software. Neste trabalho, modelos de processo como os ISO/IEC 12207 e 15504 são apresentados como ponto de partida para a definição do processo da GCS. Estes padrões, enquanto prescrevem atividades e práticas básicas que devem ser realizadas pelo processo de desenvolvimento específico de uma organização, não definem, no entanto, “como” deve ser o processo seguido por uma organização desenvolvedora de software. Por exemplo, os padrões não dizem como controlar as modificações na documentação e arquivos de código. Eles apenas declaram que deve haver um controle das modificações feitas no software, segundo uma estratégia especificada.

Modelos, expressos em uma linguagem como o SPEM, são utilizados para a definição clara e precisa do processo da GCS, visando a posterior implementação destes no ambiente. A notação padrão UML utilizada pelo SPEM facilita a atividade de modelagem de processos, uma vez que se podem reutilizar os conhecimentos desta linguagem obtidos na prática da modelagem de software.

No exercício de modelagem da seção 5 apresenta-se apenas uma visão dos processos, através do diagrama de atividades. Outras visões do processo podem ser modeladas (e estendidas às demais atividades do processo). Por exemplo, através dos diagramas de casos de uso pode-se mostrar as relações entre os papéis e as principais definições de trabalho e os diagramas de estado podem ser usados para ilustrar o comportamento de elementos do modelo.

## 7. Referências

[1] Abdala, M. “Uma abordagem para a Gerência das Modificações e da Configuração em um Ambiente Integrado de Apoio ao Desenvolvimento e Gestão de Projetos de Software”, proposta de dissertação de mestrado, INPE, dez 2002.

[2] Abdala, M., Lahoz, C., Sant’Anna, N. “Um Estudo para a Definição de Processos das Gerências da Qualidade e da Configuração em um Ambiente Integrado para Apoio ao Desenvolvimento e Gestão de Projetos de Software”, II Workcap, INPE, 2002.

[3] Abdala, M., Lahoz, C., Sant’Anna, N. “Utilizando o SPEM para a Modelagem dos Processos da Qualidade e do Gerenciamento da Configuração em um Ambiente Integrado”, SIMPROS, nov 2003.

[4] Acuña, S., Ferré, X., “Software Process Modeling”, Proceedings of The 5th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001), Orlando, Florida, USA. 1-6.

[5] Dart, S., “Concepts in Configuration Management Systems”, Technical Report, SEI, 1991.

[6] Fuggetta, A., “Software Process: A Roadmap”, Future of Software Engineering, Limerick Ireland, 2000.

[8] Hass, A., *Configuration Management Principles and Practice*, Addison Wesley Professional, 1ª edição, Dez 2002.

[9] *International Standard for Information Technology, Software life cycle processes*, ISO/IEC 12207 Standard, 1995.

[10] *Information Technology – Software Process Assessment Part 5: An assessment model an indicator guidance*, ISO/IEC TR 15504-1, 1998.

[11] *Object management Group -Software Process Engineering Metamodel Specification Version 1.0, formal 02-11-14*, Nov 2002.

[12] Project Management Institute, “A Guide to the Project Management Body of Knowledge”, Charlotte N. C., 1996.

[13] Sant’Anna, N. “Um ambiente integrado para apoio ao desenvolvimento e gestão de projetos de software para sistemas de controle de satélites”, São José dos Campos: INPE, 2000 (INPE - 8306 - TDI/765).