

Qualidade, Confiabilidade e Segurança nas Disciplinas do Processo Unificado

Strauss Cunha Carvalho¹, Felipe Rafael Motta Cardoso¹, Adílson Marques da Cunha¹, Luis Alberto Vieira Dias¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias
Cep 12228-901, São José dos Campos, SP, Brasil

{strauss@ita.br, felipem@ita.br, cunha@ita.br, vdias@ita.br}

Abstract. *This paper describes an Academic Experience performed by graduate and postgraduate students at the Brazilian Aeronautical Institute of Technology (ITA), during the second semester of 2007. It happened during a System Prototype construction for Real Time Embedded System and Quality, Reliability and Safety courses. At that time, Rational Unified Process (RUP) disciplines, the Real Time Unified Modeling Language (RT-UML) and the Integrated Computer Aided Software Engineering Environment (I-CASE-E) were used in a case study named Unmanned Aircraft Vehicle – Control Station – Ecological Satellite Monitoring (VANT-EC-SAME).*

Keywords. *Real Time Embedded System, Software Quality, Reliability and Safety, Rational Unified Process (RUP), Real Time Unified Modeling Language (RT-UML), Integrated Computer Aided Software Engineering Environment (I-CASE-E).*

Resumo. *Este artigo descreve uma experiência acadêmica realizada por alunos de graduação e pós-graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), durante o segundo semestre de 2007. Essa experiência ocorreu durante a elaboração de um Protótipo de Sistema para as matérias Sistemas Embarcados de Tempo Real e Qualidade, Confiabilidade e Segurança (Safety) de Software. Naquela ocasião, as disciplinas do Processo Unificado da Rational, o padrão da Linguagem de Modelagem Unificada para Sistemas de Tempo Real e o Ambiente Integrado de Engenharia de Software Ajudada por Computador foram utilizadas em um Estudo de Caso denominado Veículo Aéreo Não Tripulado – Estação de Controle – Satélite Artificial para Monitoramento Ecológico (VANT-EC-SAME).*

Palavras-Chave. *Sistemas Embarcados de Tempo Real; Qualidade, Confiabilidade e Segurança de Software; Processo Unificado da Rational, Linguagem de Modelagem Unificada para Sistemas de Tempo Real; Ambiente Integrado de Engenharia de Software Ajudada por Computador.*

1 Introdução

A crescente necessidade por produtos e/ou serviços de software vêm ocasionando um aumento da demanda de desenvolvimento de sistemas de informação. Nos últimos anos, para se atender com qualidade a construção de Sistemas Computadorizados, alguns processos de desenvolvimento de software vêm sendo utilizados com sucesso.

Este artigo descreve uma experiência acadêmica realizada por alunos de graduação e pós-graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, durante o segundo semestre de 2007 utilizando o Processo Unificado da Rational (*Rational Unified Process - RUP*) [1].

Essa experiência ocorreu durante a elaboração de um Protótipo de Sistema para as matérias CE-235 Sistemas Embarcados de Tempo Real [2] e CE-230 Qualidade, Confiabilidade e Segurança (*Safety*) de Software [2]. Nelas, as disciplinas do RUP, o padrão da Linguagem de Modelagem Unificada para Sistemas de Tempo Real (*Real Time - Unified Modeling Language - RT-UML*) [3] e o Ambiente Integrado de Engenharia de Software Ajudada por Computador (*Integrated Computer Aided Software Engineering Environment - I-CASE-E*) [4] foram utilizadas em um Estudo de Caso denominado Veículo Aéreo Não Tripulado - Estação de Controle - Satélite Artificial para Monitoramento Ecológico (VANT-EC-SAME).

Este artigo evidencia a utilização das ferramentas do I-CASE-E para a obtenção de resultados nas seguintes disciplinas do RUP: Requisitos; Análise e Design; Implementação; Teste; Gerenciamento de Configuração; e Gerenciamento de Projeto.

Ele encontra-se dividido em 5 Seções: A introdução; A Seção 2 que descreve o cenário da pesquisa, os métodos e os processos adotados para o desenvolvimento de um protótipo de software; A Seção 3 que apresenta um Estudo de Caso adotado nas disciplinas ministradas; A Seção 4 que descreve os principais resultados obtidos; As conclusões são apresentadas na Seção 5.

2 Descrição do Cenário

Um Estudo de Caso foi realizado envolvendo um Veículo Aéreo Não Tripulado, operando a partir de uma Estação de Controle e de um Satélite Artificial de Monitoramento Ecológico, denominado VANT-EC-SAME cujo objetivo é a realização de Missões de Reconhecimento e Sensoriamento Remoto de recursos naturais e ambientais tais como: reservatórios de águas, reservas florestais, jazidas minerais.

Um VANT deveria propiciar a obtenção de informações, a partir de imagens a serem enviadas para uma Estação de Controle (EC). Plataformas de Coleta de Dados (PCD) deveriam obter dados meteorológicos e hidrológicos, enviando-os para uma EC. Tal EC poderia receber dados de VANTs, PCDs e/ou Satélites, por meio de comandos enviados aos PCDs e aos VANTs e monitoraria os Satélites, que periodicamente enviavam imagens para a EC.

3 O Estudo de Caso

O Estudo de Caso do VANT-EC-SAME foi considerado um Sistema de Software de Computador (SSC). Ele foi dividido em Itens de Configuração de Software de Computador (ICSCs), que por sua vez foram divididos em Componentes de Software de Computador (CSCs), finalmente divididos em Unidades de Software de Computador (USC). Essas sub-divisões caracterizam a utilização da primeira das seis melhores práticas de desenvolvimento de software recomendadas pela Rational, o Desenvolvimento Iterativo e Incremental.

Grupos de 3 a 5 alunos foram alocados para os CSCs, a fim de realizarem a 2ª Iteração da 1ª Fase de Iniciação e/ou a 1ª Iteração da fase de Elaboração do RUP.

Para os ICSCs, os artefatos do RUP dos 1ª e 2ª Níveis de Integração foram refinados em uma 2ª Iteração da Fase de Elaboração dos CSCs e em uma 1ª Iteração da Fase de Construção. O último Nível de Integração (3ª Nível) foi realizado, a partir da junção dos ICSCs, deste processo, resultou o protótipo do VANT-EC-SAME.

4 Principais Resultados

Os fatores que contribuíram para que os resultados fossem considerados satisfatórios foram: À adoção do *RUP*; O uso das ferramentas I-CASE-E; e à integração ocorrida entre as matérias CE-230 Sistemas Embarcados de Tempo Real e CE-235 Qualidade, Confiabilidade e Segurança (*Safety*) de Software. A estratégia adotada mostrou-se apropriada na medida em que propiciou o relacionamento das experiências adquiridas pelos alunos no desenvolvimento de Sistemas Embarcados de Tempo Real com as suas respectivas medições quanto a Qualidade do Software. Enquanto a 1ª matéria voltou-se para a análise e desenvolvimento, a 2ª matéria voltou-se mais para as medições e a garantia da qualidade do que foi produzido.

Dos itens 4.1 até 4.6, são reportados os principais resultados obtidos, bem e os artefatos produzidos nas 6 disciplinas do RUP aplicadas no Estudo de Caso do VANT-EC-SAME.

4.1 Requisitos

As principais características da Disciplina Requisitos do *RUP* são: 1-Estabelecer a concordância com os clientes sobre o que o sistema deverá propiciar; 2 - Definir as fronteiras do sistema; e 3 - Oferecer aos desenvolvedores uma melhor compreensão das regras de negócio. Para maximizar os resultados dos itens acima citadas, utilizou-se a ferramenta *Rational RequisitePro* [5] e a produção de cinco (5) artefatos, sendo:

1- Glossário (GLO); 2 - Modelo de Casos de Uso (MCU); 3 - Solicitações dos Principais Envolvidos (SPE); 4 - Especificações Suplementares (ESU); e 5 - Plano de Gerenciamento de Requisitos (PGR).

A ferramenta *Rational RequisitePro* propiciou, desde o início do processo de desenvolvimento, por meio da matriz de rastreabilidade, manter sempre informados os integrantes da equipe de desenvolvimento sobre o impacto de um novo requisito ou um requisito já existente, minimizando os desvios no cronograma e orçamento do projeto.

4.2 Análise e Projeto

Seguindo o paradigma da Orientação a Objetos (OO) [4], dentro do Estudo de Caso VANT-EC-SAME, o foco da Disciplina de Análise e Projeto (*Analysis and Design*) é transformar os requisitos em um projeto do sistema a ser criado e desenvolver sua arquitetura. Para satisfazer tais condições, foram elaborados na ferramenta *Rational Rose Real Time* [5] os seguintes diagramas: de classe, de estrutura, de seqüência, de transição e de estado. Tal ferramenta baseia-se na *RT-UML*, uma extensão da *UML*[4] e vem sendo amplamente utilizada para descrever modelos de sistema computadorizados de tempo real, utilizando os conceitos de cápsulas, protocolos, portas, sinais e conexões.

Foi constatado que a utilização da ferramenta propiciou uma modelagem adaptada à natureza reativa dos sistemas de tempo real.

4.3 Implementação

A ferramenta *Rational Rose Real Time* propiciou a implementação baseada no padrão da *RT-UML*, utilizando-se modelagem visual por cápsulas compostas por protocolos e Portas de comunicação, representando a matéria-prima para a geração de código-fonte

na linguagem C++. Foram gerados, para o Estudo de Caso do Protótipo de Sistema Embarcado de Tempo Real, VANT-EC-SAME, um total de 52.400 linhas de código em C++, contabilizadas através da ferramenta *Rational Test RealTime (RTRT)* [5].

4.4 Teste

Após a geração do código-fonte em C++, a ferramenta *Rational Test RealTime (RTRT)* foi utilizada para a realização de testes, com o intuito de mensurar os seguintes fatores: dificuldade, esforço, estimativa de erros, tamanho em linhas de código-fonte, percentual de comentários, entre outros. Para a realização dos testes em código-fonte, foi utilizada a estratégia de realização de medições por arquivo de código fonte.

A Figura 02 apresenta o resultado de algumas métricas aplicadas no código-fonte, utilizando-se a ferramenta *RTRT*. Nela, reporta-se os principais resultados obtidos por meio de um teste de sensibilidade em um arquivo de código-fonte denominado USC_PGED.CPP, que contendo 951 linhas de código.

FILE: USC_PGED.cpp	
Halstead Metrics	
Difficulty	84
Effort	1.79215e+06
Errors Estimation	7.11
Size	2827
Testing Time	27 hrs 39 min 23 sec
Volume	21335.1
Vocabulary	187
Lines & Comments	
Comments only Lines	119
Comments	145
Empty Lines	46
Source only Lines	758
Source & Comments Lines	28
Lines	951
Comment Rate	15.45 %
V(g)	
Maximum of V(g)	71
Mean of V(g)	4.19
Standard Deviation of V(g)	13.22

Figura 02: Resultado dos Testes nas Linhas de Código do Arquivo USC_PGED.CPP.

O resultado obtido possibilitou as seguintes métricas:

- **Halstead Metric** - Mede a complexidade de um módulo do programa diretamente a partir do código, com ênfase na complexidade computacional;

- **Lines / Comments** - É um indicador percentual de comentário e se refere a legibilidade do código visando avaliar o software em relação à manutenibilidade.

- **V(g)Complexidade Ciclomática** - É baseada na teoria de grafos e essencialmente representa o número de caminhos independentes possíveis em um código e também é um bom indicador do quanto um programa ou função é testável.

Os resultados Obtidos e Recomendados pela ferramenta após a aplicação das métricas em Código Fonte são apresentados na Tabela 01. Dois (2) artefatos foram produzidos na disciplina de Teste, sendo: 1-Caso de Uso de Testes (CUT); e 2 - Plano de Testes (PDT).

Tabela 01: Resultados obtidos e recomendados das Métricas de Teste em Código Fonte.

	Obtido	Recomendado
Halstead Metric	8,4	1 - 10
Lines / Comments	15,45 %	20 %
V(g)Complexidade Ciclomática	4,19	Máximo 10

4.5 Gerenciamento de configuração e mudança

A disciplina de Gerenciamento de Configuração e Mudanças do *RUP* propiciou o

controle de versão de artefatos e de atribuições das tarefas aos 19 alunos integrantes do Estudo de Caso do VANT-EC-SAME, respeitando-se as atividades inerentes aos respectivos papéis pré-estabelecidos. A ferramenta utilizada foi o *Rational ClearQuest* [5] na qual propiciou uma gestão de um conjunto de solicitações de mudanças que designaram tarefas para os integrantes do referido Estudo de Caso.

4.6 Gerenciamento de projeto

A ferramenta MS-Project propiciou a elaboração dos cronogramas previsto e realizado, caracterizando assim 17 semanas como o tempo de duração total do Estudo de Caso ao longo do processo de desenvolvimento para atender às premissas da disciplina e prover a gestão das seguintes estimativas para o VANT-EC-SAME:

Cinco (5) artefatos foram produzidos na disciplina de Gerenciamento de Projetos do RUP, sendo: 1- Plano de Desenvolvimento de Software (PDS); 2 - Lista de Riscos (LDR); 3 - Plano de Iteração (PDI); 4- Plano de Garantia da Qualidade (PGQ); e 5 - Caso de Desenvolvimento (CDD).

5 Conclusão

O presente artigo relatou uma experiência acadêmica e prática de utilização do RUP, do padrão da RT-UML e de um ambiente I-CASE no Estudo de Caso do VANT-EC-SAME. Ele propiciou o desenvolvimento de um Sistema Embarcado de Tempo Real com Qualidade, Confiabilidade e Segurança (*Safety*) de Software em duas matérias do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica e Computação na Área de Informática (PG/EEC-I) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, no segundo semestre de 2007.

O Estudo de Caso foi realizado por um grupo de 19 alunos, de forma Iterativa e Incremental, seguindo as melhores práticas de desenvolvimento de Software, em um período acadêmico semestral de apenas 17 semanas, produzindo-se: aproximadamente 52.400 linhas de código-fonte, em C++; 12 artefatos do RUP, em diferentes versões; e 4 diagramas da UML, mostrando a viabilidade de utilização da sistemática adotada em cursos de Engenharia Eletrônica e Computação que vêm sendo ministrados com sucesso no ITA.

6 Referências

[1] Rational Software Corp. **Rational Unified Process** - version 2003 Product Documentation. [S.l.], 2003.
<http://www.wthreex.com/rup/> (acesso em 31/07/2008)

[2] A. M. Cunha, **Sistemas Embarcados e de Tempo Real (CE-235) e Qualidade, Confiabilidade e Segurança (Safety) de Software (CE-230)**. Notas de Aula. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA),
www.comp.ita.br/~cunha, 2007. (acesso em 31/07/2008)

[3] Shang-Wen Cheng, and David Garlan - "**Mapping Architectural Concepts to UMLRT**". 2003

[4] BOOCH, Grady. "**UML - Guia do usuário**". Rio de Janeiro: Campus, 2000.

[5] Rational Software Corp. **Rational Software** (2003),
<http://www306.ibm.com/software> (acesso em 31/07/2008)