



# Um Processo de Análise de Cobertura alinhado ao Processo de Desenvolvimento de *Software* em Aplicações Embarcadas

Elifrancis R. Soares<sup>1</sup>, Alexandre M. L. Vasconcelos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caixa Postal 7851 – 50732 - 970 – Recife – PE – Brasil

{ers, amlv}@cin.ufpe.br

**Abstract.** *Testing is a very important activity in software development process, but is also very expensive, once it consumes much of the software development process resources. A problem found in the majority of the processes of software development was the absence of a way to evaluate the unit test performed that is executed in the developed code. A possible solution for this problem is to perform code coverage analysis and obtain metrics about the set of unit tests executed.*

**Resumo.** *Teste é uma atividade muito relevante no processo de desenvolvimento de software, contudo é dispendiosa, pelo fato de consumir parte considerável dos recursos de um projeto de desenvolvimento de software. Um problema encontrado, na maioria dos processos de desenvolvimento de software, é a ausência de uma forma de se avaliar a efetividade dos casos de teste unitários, os quais são executados no código desenvolvido. Uma possível solução para este problema é a realização da análise de cobertura de código objetivando obter métricas sobre a cobertura do conjunto de testes de unidade executados.*

## 1. Introdução

O desenvolvimento de *software* envolve varias atividades na sua produção, nas quais podem ser inseridas falhas humanas durante a realização das tarefas relacionadas. Estas falhas podem ocorrer no inicio do processo, em que os objetivos podem ser elaborados de forma errada ou especificados imperfeitamente.

Para evitar as ocorrências de erros no programa durante o desenvolvimento do *software*; para administrar os riscos nos projetos e melhorar a qualidade do *software* produzido, é importante realizar testes, haja vista que testar é uma atividade muito relevante em um processo de desenvolvimento de *software*. Entretanto, testar é uma atividade muito dispendiosa e pode consumir uma quantia considerável dos recursos de projeto, por conseguinte, o projeto de teste deve ser bem planejado e analisado durante o processo inteiro, tornando-o mais eficiente e com menor custo.

Um problema que pode ser encontrado, no processo de desenvolvimento, é a ausência de uma medida quantitativa da qualidade dos casos de teste produzidos, porque, embora inspeções e revisões sejam extremamente importantes, não são



totalmente eficazes para aferir a efetividade de um conjunto de casos de testes produzido.

Uma aproximação utilizada, para obter essas medidas quantitativas, é adotar a análise de cobertura de código no processo de teste de unidade da organização. Neste caso, as medidas serão obtidas durante a execução dos testes de unidades.

Neste trabalho, propomos um processo de análise de cobertura de código, *Code Coverage Process*, alinhado ao processo de desenvolvimento de *software* em aplicações embarcadas, cujo objetivo é definir as atividades, os responsáveis e os artefatos gerados na implementação do código com análise de cobertura de código. O seu desenvolvimento é realizado em uma grande organização, que desenvolve *software* para dispositivos móveis. Este processo poderá ser adaptado, mediante a realidade e característica de cada organização, a fim de atender os objetivos específicos.

Alem desta seção introdutória, o artigo está dividido em outras quatro seções: A seção 2 descreve o que é análise de cobertura de código, vantagens de sua utilização e o que consiste a instrumentação do código. A seção 3 descreve resumidamente o processo proposto e apresenta o fluxo de cobertura de código. A seção 4 descreve a aplicação do processo no estudo de caso, como foi realizada a seleção da ferramenta de cobertura de código, bem como a aplicação do estudo de caso. A seção 5 descreve as considerações finais do trabalho realizado e os trabalhos futuros.

## 2. Análise de Cobertura de Código

A análise de cobertura de código é um tipo de técnica usada em teste de caixa-branca, cujo objetivo é verificar como o conjunto de casos de testes exercita partes do código. Portanto, é utilizada para averiguar a qualidade do conjunto de casos de testes e não a qualidade do produto real, principalmente na fase de teste de unidade, no qual requer a cobertura do código e dos caminhos possíveis dentro de cada unidade do programa. As vantagens de se usar cobertura de código dentro do processo de desenvolvimento são:

- Ajuda a administrar riscos, pois fornece dados precisos referentes à cobertura do código, mediante a execução dos testes de unidade, fazendo com que as possíveis falhas nas partes em que o código não foi testado, não sejam encontradas em fases posteriores;
- Fornece informação referente a casos de testes, que deveria existir para se ter uma cobertura satisfatoriamente ou casos de testes redundantes;
- Suporte a garantia do processo resultando na sua melhoria, pois as falhas que deveriam ser encontradas na fase de testes de unidade não serão passadas para as demais fases de testes.

Antes de poder analisar o código fonte, a ferramenta de cobertura necessita instrumentar o código fonte. A instrumentação consiste em introduzir pontos em partes específicas do código (*break point*, controle de fluxo, *labels* do código e início e fim de procedimentos). Os pontos fornecerão a informação se o teste está realmente passando (executando) nos trechos do código, nos quais foram inseridos. A instrumentação não irá alterar os resultados finais e a execução do fluxo normal do código.



### 3. Processo de Desenvolvimento

O Processo proposto é uma instancia modificada do fluxo de implementação do *Rational Unified Process* (RUP) [KRUCHTEN, 2000]. Assim, o *Code Coverage Process* é composto por disciplinas e artefatos, tendo como foco a análise de cobertura de código, resultando numa melhoria da qualidade do *software*, reduzindo o tempo na elaboração de casos de testes, na eliminação de casos de testes redundantes e na criação de novos casos de testes de unidade. A seguir será apresentado um dos fluxos de atividades do processo proposto.

#### 3.1. Fluxo de Cobertura de Código

No desenvolvimento do *software*, a inserção da cobertura de código se da ao final da criação do código e dos testes de unidade. Para o inicio das atividades referente à cobertura de código, recomenda-se que o ambiente de desenvolvimento já esteja configurado e funcionando para que não haja problemas no momento da execução das tarefas descritas no processo. A figura 1 mostra o fluxo de cobertura de código.

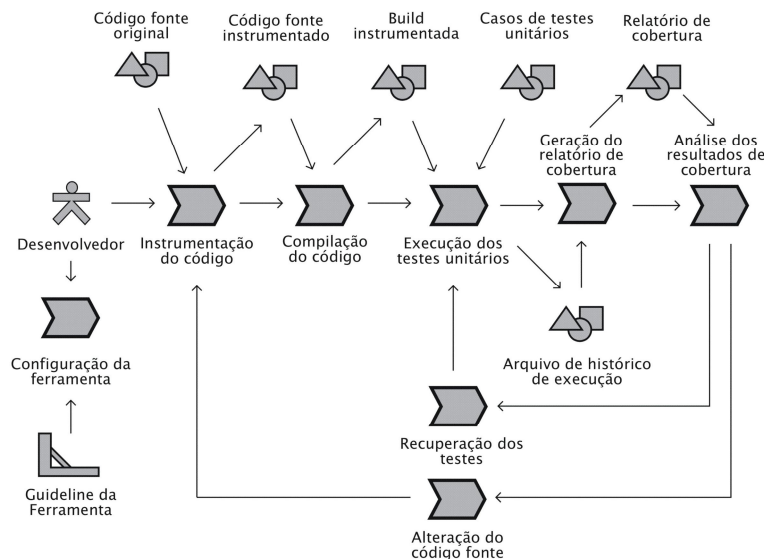


Figura 1. Fluxo de cobertura de código

Este fluxo é realizado da seguinte forma:

- Inicia com a configuração da ferramenta de cobertura, em que o desenvolvedor irá configurar o limite de aceitação dos valores de cobertura, bem como que tipo de cobertura deseja utilizar. Nesta atividade existe um *guideline* que orienta o uso da ferramenta;
- Tendo configurado a ferramenta, seleciona o código que se deseja analisar, para realizar a instrumentação do código;
- O código instrumentado será compilado, a fim de obter uma *build* instrumentada;
- Com a *build* instrumentada, juntamente com os casos de testes unitários, é realizada a execução dos testes de unidade;



- A realização da execução dos testes de unidade faz com que seja criado um arquivo de *log* com o histórico da execução, no qual são armazenados todos os caminhos em que o código foi executado;
- Baseado no arquivo de histórico é gerado os relatórios de cobertura, nesta atividade são feitos os relatórios que forneceram a informação de quanto o código está sendo coberto por um conjunto de casos de testes de unidade;
- Tendo os relatórios de cobertura, é realizada uma análise para que se tomem as devidas providencias em relação às partes em que o código não esteja coberto pelos casos de testes de unidade, se será necessário recuperar os testes e ou alterar o código fonte.

#### **4. Aplicação do Processo Proposto em um Estudo de Caso**

Nesta seção iremos descrever a aplicação do processo em um estudo de caso, relatando o processo da seleção da ferramenta utilizada no estudo e a aplicação de um estudo de caso em um projeto piloto.

##### **4.1. Seleção da Ferramenta de Cobertura**

Antes da aplicação do processo, foi necessário um estudo e um levantamento de algumas ferramentas existente no mercado, a fim de encontrar uma que atenda aos objetivos da organização. Foi realizado um levantamento dos requisitos necessários, no qual a ferramenta deveria possuir, para atender todo o projeto no que se refere à organização. Esta é uma etapa muito importante, pois a ferramenta será utilizada dentro do processo e fará a análise de cobertura do código.

Para a seleção foram realizados ciclos de análises e comparações das ferramentas de cobertura pré-selecionadas. No Primeiro ciclo foram avaliadas as ferramentas, baseando-se nos requisitos determinados pela organização, nesta ocasião foi atribuída uma pontuação para cada requisito, em que o de maior prioridade teve a maior nota. Aqueles cuja organização estipulou como fundamentais, foram impostas como obrigatórios. Em seguida foi realizado o calculo da pontuação de cada ferramenta, a fim de se fazer uma segunda listagem das ferramentas que tiveram a maior pontuação e que atenderam um número maior de requisitos obrigatórios. No Segundo ciclo foi colocado às ferramentas selecionadas na segunda listagem do ambiente prático, aplicando-se alguns exemplos de código para se observar à performance e seu desempenho no ambiente da organização.

##### **4.2. Detalhamento do Estudo de Caso**

Com o processo de análise de cobertura e a ferramenta selecionada, a próxima etapa foi aplicar a ferramenta no ambiente real de desenvolvimento, no qual pudemos validar o processo e analisar a ferramenta selecionada. Foi montada toda uma estrutura dentro do ambiente da organização, para isso fez necessário entender o ambiente de desenvolvimento, bem como interagir diretamente com desenvolvedores durante o processo, a partir disto foi possível analisar e registrar os benefícios da ferramenta e do processo, como:

- Identificação de caso de teste redundante;



- Análise de cobertura dinâmica;
- Sugestão automática de criação de casos de teste.

## 5. Conclusões

O *Code Coverage Process*, tem o intuito de fazer com que o código gerado tenha uma melhoria significativa na sua qualidade, bem como no processo de desenvolvimento. Resultando um ganho na produtividade do desenvolvimento e num melhor gerenciamento do projeto referente ao controle de estimativas dos testes de unidade. Este processo padrão proposto poderá ser adaptado, mediante a realidade e característica de cada projeto, a fim de atender os objetivos específicos de cada organização.

O trabalho realizado foi dividido em fases: a primeira fase foi um estudo para selecionar a ferramenta apropriada para o ambiente de trabalho; na segunda fase foi realizado um projeto piloto, no qual foi inserida, no ambiente prático, a ferramenta selecionada e as técnicas de cobertura de código. Para esta fase foi utilizado um simulador do dispositivo móvel e foi elaborado o processo proposto; na terceira fase foi realizado um segundo projeto piloto, em que inserimos a instrumentação do código no dispositivo móvel, nesta fase foi utilizado o processo criado na fase anterior. Com a realização dos dois pilotos foi criado um *guideline* do uso da ferramenta, a fim de orientar o desenvolvedor, e gerado um documento de lições aprendidas para a organização, no qual relatamos as dificuldades e soluções encontradas para utilização do processo proposto.

Atualmente nos encontramos na quarta fase do projeto, em que estamos analisando a efetividade dos casos de testes e realizando um número maior de execuções do processo a fim de se obter um melhor limiar de cobertura para organização, pois atualmente estamos utilizando os níveis de aceitação de cobertura recomendados pela ferramenta selecionada. Como tarefas futuras, iremos refinar o processo e realizar a coleta de dados estatísticos que comprovem a eficácia e eficiência do processo proposto, a fim de analisar o seu impacto no processo de desenvolvimento e de testes da organização.

## Referências

- CORNETT, Steve. *Code Coverage Analysis*. Bullseye Testing Technology. Disponível em: <http://www.bullseye.com/coverage.html>. Acesso em: 10 July.
- LDRA. Testbed Manual. C/C++ 7.x (Windows (95\98\2K\NT\XP)) *Manual Revision 23* - October 2004. Liverpool: Liverpool Data Research Associates Ltd.
- LEWIS, William E. 2000. *Software Testing and Continuous Quality Improvement*. Boca Raton: CRC Press.
- KRUCHTEN, P. *The Rational Unified Process an Introduction*. 2nd ed. 2000.
- OMG. *Software Process Engineering Metamodel Specification*, v.1.1, January 2005.