

Projeto 2.27

Processo de Avaliação da Manutenibilidade de Produtos de Software

Maria Teresa Villalobos Aguayo¹, Ana Cervigni Guerra¹, Regina Maria Thienne Colombo¹

¹Divisão de Qualificação em Software - Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA)

Introdução

Neste trabalho, propõe a melhoria de um processo de avaliação da manutenibilidade. O aprimoramento consiste em incluir as métricas da manutenibilidade externas da ISO/IEC 9126-2 num processo já utilizado no PNAFM - Programa Nacional de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros [Aguayo, M. T. V., et al, 2003] [Maitinguer, S.T. et al, 2003.] [Maitinguer, S. T., 2004]. Esse procedimento já incluia procedimentos e diretrizes para avaliação de produto de software, onde se considera: uma avaliação da versão inicial, definição de uma proposta de modificações para a qual é estabelecido um prazo e, avaliação da versão modificada.

A avaliação da qualidade de produto de software vem sendo cada vez mais relevante para ter uma base sólida na escolha de um produto de software para aquisição. Além de se escolher um produto de software com qualidade sobre: Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade, Eficiência, e Portabilidade, também é importante a escolha de um produto com capacidade de ser mantido, isto é, com manutenibilidade.

A premissa que "Todo software pronto, ainda apresenta falha, erro ou defeito" tem sido confirmada pelas avaliações MEDE-PROS [Rêgo, C. M., et al., 1996], o que necessariamente leva a um a um processo de manutenção. A manutenção de um produto de software pode incluir: correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente e nos seus requisitos ou especificações funcionais.

A versão inicial deste processo de avaliação da manutenibilidade foi aplicada durante o processo de qualificação de produtos de software para o PNAFM. Nele, foi utilizado um método de avaliação adaptado do MEDE-PROS. Na ocasião, foram avaliados de 8 produtos e foi constatado a presença de erros graves em todos eles. Cada produto teve 4 semanas para ser modificado visando a eliminação dos erros graves e reavaliado. A qualificação dos produtos de software foi definida pela capacidade de "eliminação de todos os erros graves" de maneira global. Nessa reavaliação apenas 6 produtos conseguiram eliminar todos os erros graves.

O desenvolvimento do processo proposto segue as etapas e atividades da norma ISO/IEC 14598-1 [ISO/IEC 14598-1] e ISO/IEC 14598-5 [ISO/IEC 14598-5], com o modelo para qualidade externa da manutenibilidade definido na norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC 9126-1], e os atributos e métricas externas da manutenibilidade do relatório técnico TR ISO/IEC 9126-2 [ISO/IEC TR 9126-2].

Proposta para Avaliação da Manutenibilidade

Os resultados das etapas e atividades das normas ISO/IEC 14598-1 e 5, que definem o processo de avaliação, são mostrados a seguir:

1. Propósito da avaliação e tipos de produtos a serem avaliados

O propósito da avaliação é medir de forma quantitativa a qualidade externa da manutenibilidade de produto de software, como definida na norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC 9126-1]. Tal medição tem o propósito de obter indicadores da manutenibilidade de um produto de software para os seguintes personagens: Adquirente: prever a qualidade da manutenção do produto que irá receber quando o produto estiver operando no sistema. Poderá ser uma base para estimar os gastos com manutenção; Mantenedor: prever o esforço que irá precisar ao manter o produto; Desenvolvedor: prever a manutenibilidade do produto que está sendo desenvolvido; Fornecedor: delinear termos de contrato de fornecimento e manutenção do produto; Usuário: como subsídio para aceitação; Gerente da qualidade: avaliação da qualidade do software para controle e garantia de qualidade.

2. Modelo de qualidade, atributos e métricas

Para esta proposta, foi adotado o modelo de qualidade externa para manutenibilidade proposto pela norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC 9126-1]. Dela se tem a definição de Manutenibilidade: capacidade do produto de software de ser modificado. As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente e nos seus requisitos ou especificações funcionais. Esta característica está melhor explicada pelas subcaracterísticas:

Analisabilidade: capacidade de permitir o diagnóstico de deficiências ou causas de falhas no software, ou a identificação de partes a serem modificadas;

Modificabilidade: capacidade de permitir que uma modificação especificada seja implementada;

Estabilidade: capacidade de evitar efeitos inesperados decorrentes de modificações no software;

Testabilidade: capacidade de permitir que o software, quando modificado, seja validado;

Conformidade relacionada à manutenibilidade: capacidade de estar de acordo com normas ou convenções relacionadas à manutenibilidade.

Foram adotados atributos e métricas externas de manutenibilidade sugeridas pela TR ISO/IEC 9126-2 [ISO/IEC TR 9126-2], e interpretadas como segue: Métricas externas de manutenibilidade medem o comportamento do mantenedor, usuário, ou do sistema que contém o software, quando o software é mantido ou modificado durante os testes ou a manutenção. Pode ser melhor expressada pelas métricas externas de:

Analisabilidade medem atributos tais como o esforço do mantenedor ou usuário ou de recursos despendidos quando se tenta diagnosticar deficiências ou causas de falhas, ou para identificar as partes a serem modificadas;

Modificabilidade medem atributos tais como o esforço do mantenedor ou usuário medindo o comportamento do mantenedor, usuário ou do sistema que contém o software quando se tenta implementar no produto uma modificação especificada;

Estabilidade medem atributos relacionados ao comportamento esperado do sistema que contém o software quando o software é testado ou operado após modificações;

Testabilidade medem atributos tais como o esforço do mantenedor ou usuário medindo o comportamento do mantenedor, usuário ou do sistema que contém o software quando se deseja testar o software modificado ou não modificado;

Conformidade à manutenibilidade medem atributos tal como o número de funções ou de ocorrências de problemas de conformidade, em que o produto de software não adere às normas, convenções ou regulamentos requeridos, relacionados à manutenibilidade.

A figura 1 mostra atributos selecionados.

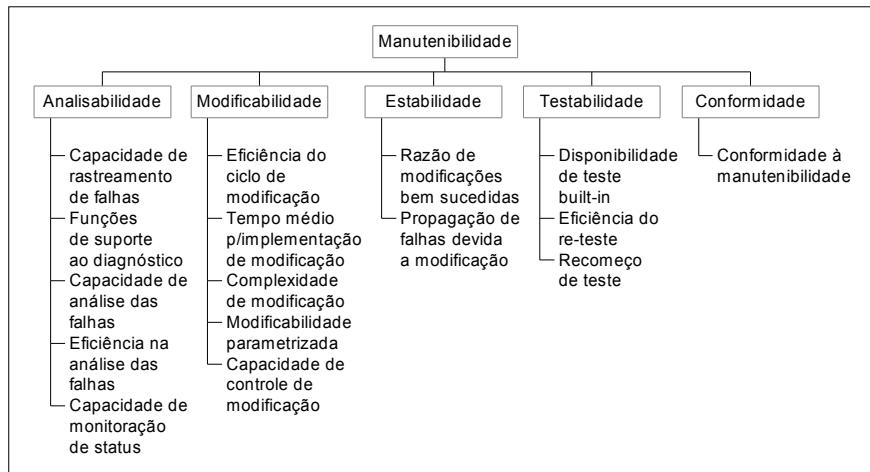


Figura 3. Atributos para avaliação da manutenibilidade

A seguir a tabela 1 mostra o detalhamento das métricas.

Tabela 1. Métricas da Manutenibilidade (adaptado de ISO/IEC 9126-2 [ISO/IEC TR 9126-2])

Atributos	Questões	Métricas
Analisabilidade		
Rastreabilidade das falhas	O usuário consegue identificar a operação específica que causou a falha?	$X = \text{falhas identificadas} / \text{falhas registradas}$
Suporte ao diagnóstico	O usuário consegue achar facilmente a causa da falha?	$X = \text{falhas diagnosticadas com funções de diagnóstico} / \text{falhas registradas}$
Capacidade de análise das falhas	O mantenedor consegue achar facilmente a causa da falha?	$X = 1 - \text{falhas sem causas identificadas} / \text{falhas registradas}$
Eficiência na análise das falhas	O usuário consegue analisar a causa de uma falha eficientemente?	$X = \text{Sum} (T \text{ acha causa} - T \text{ relat falha}) / \text{falhas registradas}$
Capacidade da monitoração do status	O usuário consegue identificar a operação causadora da falha via monitoração do status na operação?	$X = 1 - \text{casos sem informações monitoração} / \text{casos tentados}$
Modificabilidade		
Eficiência do ciclo de modificação	O problema do usuário foi solucionado satisfatoriamente para ele em tempo aceitável?	$X = \text{Sum} (T_{vm} - T_{sm}) / \text{versões}$
Tempo médio de modificação	O mantenedor consegue facilmente mudar o software para resolver o problema de falha?	$X = \text{Sum} (T_{out} - T_{in}) / \text{falhas registradas e removidas}$

Complexidade da modificação	O mantenedor consegue facilmente modificar o software para resolver problema?	X=Sum (Tempo modificação / Tam modificação) / modificações realizadas
Modificabilidade parametrizada	O usuário ou o mantenedor consegue facilmente mudar o software e resolver problemas via mudança de parâmetros?	X=casos resolvidos via mudança de parâmetros / tentativas via mudança de parâmetros
Capac. controle de modificação	O mantenedor consegue facilmente mudar o software para resolver problemas?	X=registros efetivados no log de modificação / registros planejados para modificações
Estabilidade		
Razão de modificações bem sucedidas	O mantenedor consegue corrigir ou contornar as falhas causadas pelos efeitos colaterais de manutenção?	X=(falhas após modificação / Tempo após modificação) / (falhas prévias a modificação / Tempo prévio)
Localização do impacto	Após a manutenção, o usuário consegue operar o sistema de software sem falhas?	X=falhas novas após modificação / falhas resolvidas
Testabilidade		
Disponibilidade de função de teste built-in	O usuário e o mantenedor conseguem facilmente realizar teste operacional sem preparação adicional das facilidades para teste?	X=casos em que utiliza adequadamente a função de teste built-in / casos em que testes podem ser realizados
Eficiência do re-teste	O usuário e o mantenedor conseguem facilmente realizar teste operacional e determinar se o software está pronto para operação ou não?	X=Sum (Tempo de teste para assegurar falha resolvida) / falhas resolvidas
Restartabilidade do Teste	Após manutenção, o usuário e o mantenedor conseguem facilmente realizar teste operacional utilizando pontos de checagem?	X=casos em que pausa e recomeça o teste em pontos de checagem / casos identificados de pausas nos testes
Conformidade à manutenibilidade		
Conformidade	O quanto conforme é a manutenibilidade do produto a regulamentos, normas e convenções	X=itens implementados / itens especificados de conformidade

A priori, não são atribuídas faixas de valores destas métricas aos níveis de pontuação ou ao grau de conformidade. Estes valores são definidos para cada produto de software ou para uma parte do produto de software, de acordo com sua natureza, dependendo de fatores como a categoria do software, nível de integridade e necessidades dos usuários.

3. Processo de avaliação da manutenibilidade

Para avaliar a manutenibilidade é necessário um esquema onde são consideradas: uma avaliação da versão inicial e uma avaliação da versão modificada, entre as quais se estabelece um prazo, para as devidas modificações. Após o conhecimento da versão inicial e as devidas modificações no produto de software, a serem realizadas pelo mantenedor em tempo limitado, será possível estimar a capacidade de Manutenibilidade do produto em avaliação. O tempo deverá ser estabelecido de acordo com o número de modificações recomendadas e com as exigências vigentes do mercado a que se destina o software. A figura 2 mostra as atividades propostas para avaliação da qualidade externa da Manutenibilidade.

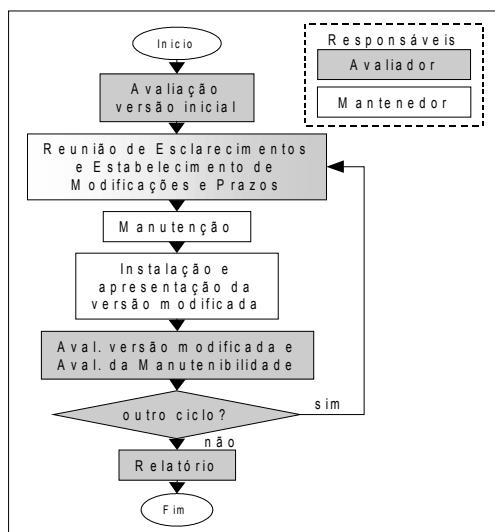


Figura 3. Processo de avaliação da manutenibilidade

As principais considerações nessas atividades são:

- 1) Na avaliação da versão inicial, são geradas recomendações para: eliminar uma falha, inserir uma nova funcionalidade, ou mudar o ambiente;

- 2) Após a primeira avaliação o desenvolvedor e/ou o mantenedor são convocados para participar numa reunião de esclarecimentos, nela também participam os responsáveis pela avaliação, os objetivos são esclarecer possíveis desentendimentos da equipe de avaliação sobre o funcionamento do produto avaliado, isto é, é possível que o desenvolvedor ou o mantenedor mostre como executar funções corretamente, e estabelecer as modificações e prazos, que dependerão do número de modificações a serem realizadas e deverá estar de acordo com as exigências do mercado a que se destina o software;
- 3) Na manutenção, o mantenedor realiza as devidas modificações;
- 4) Na instalação e apresentação da versão modificada, caso seja necessário, deve ser feito um treinamento da nova versão. Também deve ser instalada a versão inicial num equipamento independente, coisa que será útil para os casos em que precise verificar diferenças e semelhanças entre as versões, por exemplo, falhas que aparentemente não existiam;
- 5) A avaliação da versão modificada e avaliação da manutenibilidade, deve ser feita com o mesmo método de avaliação que foi aplicado na versão inicial, mas com a diferença de dedicar uma atenção e esforço maior para avaliação das partes modificadas. Em paralelo, deve ocorrer a avaliação da manutenibilidade, para a qual propõe-se utilizar um formulário, como mostra a figura 3, contendo as questões básicas a serem respondidas e deve ser aplicado para cada modificação solicitada: correção de falha, melhoria ou adaptação. Além disso, vale alertar que para a avaliação da subcaracterística "Estabilidade" devem ser consideradas as seguintes situações: a) quando aparece uma falha na versão inicial: deverá tentar-se a replicação da falha na versão modificada; ou b) quando aparece uma falha na versão modificada que não tinha sido registrada durante a avaliação da versão inicial: a falha deverá ser identificada bem como a seqüência de passos ou a situação que leva à replicação da falha na versão modificada e, deve-se tentar replicar a falha na versão inicial;
- 6) A decisão da realização de "outro ciclo", será feita segundo os objetivos da avaliação;
- 7) O relatório final deverá conter o histórico do processo de avaliação, e os resultados.

4. Plano da avaliação

Para projetar a avaliação, se estabelece um plano, contendo a especificação de:

Instrumentos, o avaliador deve dispor de:

- a) um método de avaliação da qualidade de produto de software a ser aplicado nas versões inicial e modificada;
- b) um guia de avaliação da manutenibilidade contendo: um formulário de identificação da avaliação e um questionário a ser aplicado para cada modificação (falha, melhoria ou adaptação) planejada;
- c) um manual da avaliação da manutenibilidade, contendo: diretrizes, a seqüência das atividades, e explicação das questões presentes no guia citado acima;
- d) um modelo de roteiro de esclarecimentos e pontos acertados para modificação;
- e) um modelo de relatório da avaliação da manutenibilidade;
- f) uma ferramenta de coleta e armazenamento dos dados da avaliação e
- g) recursos necessários - o avaliador deverá ter um computador exclusivo, para executar a avaliação do produto com os requisitos de hardware e software necessários para tal execução;

Pessoas e responsabilidades, além da equipe de avaliação, é necessária a interação com o mantenedor ou o desenvolvedor, sem o qual seria impossível medir a manutenibilidade;

Cronograma, deverá ser estabelecido do início ao fim, para o avaliador não perder o foco da avaliação.

As entradas da avaliação são:

- a) versão inicial do produto, contendo: descrição do produto, manual para o usuário e documentos de especificação de conformidade a normas, convenções e regulamentos relacionados;
- b) versão modificada do produto, contendo: descrição do produto, manual para o usuário e, caso mude, os documentos de especificação de conformidade;
- c) relatórios de: avaliação da versão inicial, resolução de problemas durante a manutenção, testes durante a manutenção, e operação após a manutenção, avaliação da versão modificada;
- d) procedimento da avaliação; e
- e) formulário de questionário.

Descrição da falha (melhoria ou adaptação):

1. Analisabilidade

Durante a apresentação:

1. Foi possível identificar a operação em que a falha (melhoria ou adaptação) acontece;
 2. O avaliador conseguiu identificar a causa da falha (melhoria ou adaptação);
 3. Foi possível identificar a causa da falha, via monitoração do status;
 4. Foi possível identificar a causa da falha, via utilização de funções de diagnóstico;

2. Comunicação e Feed-back

1. A descrição da falha foi enviada pelo avaliador ao mantenedor.
Caso positivo, anote o momento do envio: data: ____ / ____ / ____ , hora: ____ ;
 2. Uma explicação satisfatória da causa da falha foi enviada.
Caso positivo, anote o momento do envio: data: ____ / ____ / ____ , hora: ____ ;
Descreva o feed-back: ____ ;
 3. Uma versão corrigida foi enviada.
Caso positivo, anote o momento do envio: data: ____ / ____ / ____ , hora: ____ .

3. Modificabilidade

1. A falha foi satisfatoriamente resolvida;
 2. Foi possível eliminar a falha via mudança de parâmetros.
 3. Os itens de especificação foram mudados visando a remoção da falha.
Caso positivo, anote o número de itens de especificação de requisitos mudados visando a remoção da falha: ____ ;
 4. A documentação foi mudada em decorrência da modificação.
Caso positivo, anote o número de seções que foram mudadas: ____ ;
 5. A modificação foi efectivamente registrada no log de modificações;

4. Estabilidade

1. Caso a falha foi satisfatoriamente resolvida, foram propagadas novas falhas decorrentes da modificação?
Caso positivo, anote o número de falhas propagadas identificadas: ____ ;
Descreva-as: ____ ;

5. Testabilidade

1. Caso a falha em questão foi satisfatoriamente resolvida e coube a utilização de teste built-in (ex: simulação), foi possível utilizar adequadamente tal função;
 2. Caso a falha em questão foi satisfatoriamente resolvida, foi possível realizar teste operacional aplicando pausa em pontos de checagem;
 3. Caso foi realizar teste operacional aplicando pausa em pontos de checagem, foi possível recomendar a execução do teste.

6. Conformidade

Descrição dos itens de conformidade adequados à modificação para eliminação da falha:

Número de itens de conformidade considerados na eliminação da falha ____ ;
Número de itens de conformidade observados na modificação ____ .

Figura 3. Formulário para avaliação externa da manutenibilidade

Conclusão

A proposta foi feita com base na experiência de aplicação de processos de avaliação como MEDE-PROS e PNAFM, bem como nas métricas das normas ISO as quais são bem aceitas pela comunidade científica, resultando em procedimentos que podem ser adotados num laboratório ou uma empresa.

Embora os critérios foram definidos de forma superficial, sendo necessário desenvolver com maior detalhe os critérios para julgamento, podemos afirmar, pela experiência em avaliação de produtos de software, que estes resultados já representam uma base sólida para melhoria do processo de avaliação da manutenibilidade e, portanto, para a obtenção de produtos de software com nível satisfatório.

Referências

Aguayo, M. T. V., et al, 2003, Pré-Qualificação de Sistemas Aplicativos de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros. In: II Simpósio Brasileiro Qualidade de Software. Fortaleza, Brazil, pp. 108-115.

Colombo, R. M. T. et al, 2002, The Evaluation Method for Software Products. ICSSEA 2002 15 th International Conference Software & Systems Engineering and their Applications, Paris, França, Vol. I, sessão 5, pp. 1-6.

ISO/IEC 14598-1, 1999, Information technology - Software product evaluation - Part 1: General overview

ISO/IEC 14598-5, 1998, Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators

ISO/IEC 9126-1: Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model

ISO/IEC TR 9126-2: Software engineering - Product quality - Part 2: External metrics

Maintinguier, S. T., 2004. Um Método de Avaliação Especialista para produtos de Software, desenvolvido a partir dos requisitos de um Edital. Dissertação de Mestrado na Área de Gestão da Qualidade Total, defendida na Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP.

Maintinguier, S.T. et al, 2003. Adaptação do MEDE-PROS para o Processo de Pré-Qualificação do PNAFM. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade em Software - PBQP Software ciclo de 2003 - <http://www.mct.gov.br/temas/info/Dsi/PBQP/pdb.htm>. Campinas, Brazil.

Oliveira, Angelina A. P.; et al., 1997, La Experiencia del Brasil en la Aplicación de Normas para Evaluación de la Calidad de Producto de

Software. 1º Simposio LatinoAmericano de Calidad y Productividad en Desarrollo de Software - INTEC, Santiago, Chile.

Rêgo, C. M., et al., 1996. MEDE-PROS® – Método de Avaliação de Qualidade de Produtos de Software, versão 1.0. Patente junto à Fundação Biblioteca Nacional sob número de registro 135.620, livro 216, folha 84. Pedido de registro de marca junto ao INPI sob número 820166243. Rio de Janeiro, Brazil.