

# AVALIAÇÃO DA MANUTENIBILIDADE DE PRODUTOS DE SOFTWARE

Maria Teresa Villalobos Aguayo  
*CenPRA – Centro de Pesquisas Renato Archer*  
*Caixa Postal 6162 CEP 13084-971- SP - BRASIL*

Ana Cervigni Guerra  
*CenPRA – Centro de Pesquisas Renato Archer*  
*Caixa Postal 6162 CEP 13084-971- SP - BRASIL*

Regina Maria Thienne Colombo  
*CenPRA – Centro de Pesquisas Renato Archer*  
*Caixa Postal 6162 CEP 13084-971- SP - BRASIL*

## RESUMO

O Mercado, e o Governo, que é o maior comprador de software, vem mostrando a crescente relevância da avaliação da qualidade de produto de software para a escolha de um produto de software na aquisição. Além da necessidade de escolher um produto de software que atenda às necessidades com qualidade, também se observa a crescente demanda por escolher um produto com capacidade de ser mantido, isto é, com Manutenibilidade, pois, na fase da manutenção, se comparada às outras etapas do ciclo de vida de um software, são realizadas as maiores despesas. Um cenário como este ressalta a avaliação da Manutenibilidade.

O CenPRA - Centro de Pesquisas Renato Archer, desenvolveu o Método de Avaliação da Qualidade de Produto de Software-MEDE-PROS [Rêgo, C. M., et al., 1996][Oliveira, Angelina A. P.; et al., 1997], que consiste em um *checklist* que avalia as características definidas na norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC 9126-1]: Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade, Eficiência, e Portabilidade, mas não incorpora a característica Manutenibilidade, também definida na mesma norma. Nas aplicações do MEDE-PROS tem-se constatado que todo software pronto, ainda apresenta falha (erro ou defeito) afectando a aderência às características definidas na norma. Em consequência, são feitas recomendações para o aprimoramento do produto de forma que se adeque aos requisitos do usuário e de qualidade. As modificações podem incluir correções, melhorias ou adaptações do software devido a mudanças no ambiente e nos seus requisitos ou especificações funcionais. Este trabalho propõe um processo para Avaliação da Manutenibilidade baseado-se nas etapas e actividades da normas ISO/IEC 14598-1 [ISO/IEC 14598-1] e ISO/IEC 14598-5 [ISO/IEC 14598-5], o modelo para qualidade externa da manutenibilidade da norma ISO/IEC 9126-1 [ISO/IEC 9126-1] e, métricas externas propostas pela norma ISO/IEC 9126-2 [ISO/IEC TR 9126-2].

## PALAVRAS-CHAVE

Avaliação, Qualidade, Manutenibilidade, Produto, Software, COTS.

## 1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho são propostos procedimentos e directrizes para avaliação da manutenibilidade 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 incluindo a avaliação da manutenibilidade.

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 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.

O que motivou este trabalho foi o processo de qualificação de produtos de software para o PNAFM - Programa Nacional de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros [Aguayo, M. T. V., et al, 2003] [Maintinguer, S.T. et al, 2003. ] [Maintinguer, S. T., 2004]. Nele, foi utilizado um método adaptado do MEDE-PROS. Após uma avaliação inicial, na qual foi constatada a presença de erros graves, a qualificação dos produtos de software foi definida pela capacidade de "eliminação desses erros graves". Embora de maneira global, a capacidade de manutenção foi avaliada, onde a questão básica foi a "eliminação de todos os erros graves apontados". Nessa ocasião, poderia ter sido feita uma avaliação detalhada da manutenibilidade.

O processo proposto segue as etapas e actividades 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].

## 2. PROPOSTA PARA AVALIAÇÃO DA MANUTENIBILIDADE

Os resultados das etapas e actividades das normas ISO/IEC 14598-1 e 5, são mostrados a seguir:

### 2.1 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.

Visto que, as avaliações poderão ser feitas tendo como partida uma avaliação MEDE-PROS®, desenhada especialmente para produtos de software COTS, as directrizes para avaliação serão, a princípio, orientadas para avaliação de produtos de software COTS.

### 2.2 Modelo de Qualidade e Atributos e Métricas

Foi adoptado 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 adoptados atributos e métricas externas de manutenibilidade sugeridas pela TR ISO/IEC 9126-2 [ISO/IEC TR 9126-2], as quais foram interpretadas como segue: Métricas externas de manutenibilidade devem ser capazes de medir atributos tais como 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; Métricas externas de Analisabilidade devem ser capazes de medir 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; Métricas externas de Modificabilidade devem ser capazes de medir 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; Métricas externas de estabilidade devem ser capazes de medir atributos relacionados ao comportamento esperado do sistema que contém o software quando o software é testado ou operado após modificações; Métricas externas de testabilidade devem ser capazes de medir 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; Métricas externas de conformidade à manutenibilidade

devem ser capazes de medir um atributo 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

seleccionados: A

prior, 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 factores como a categoria do software, nível de integridade e necessidades dos usuários.

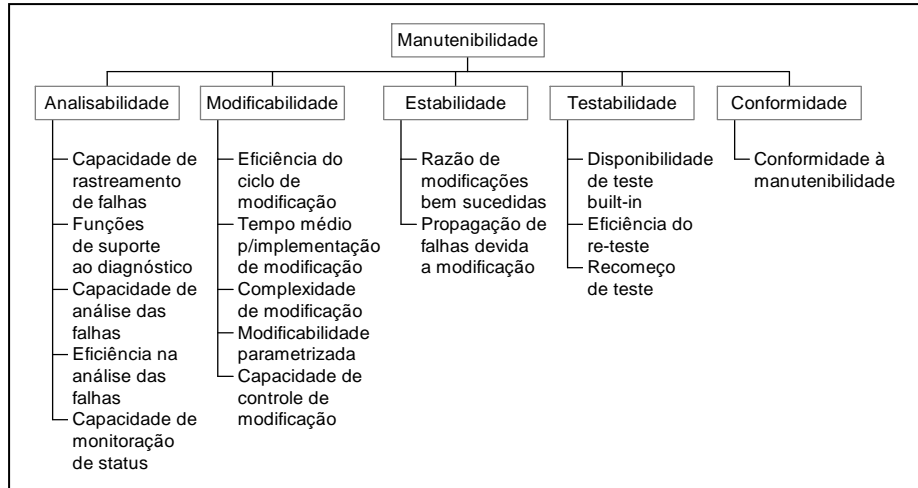


Figura 1. Atributos para avaliação da manutenibilidade

## 2.3 Plano da Avaliação

Para projectar 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 planejada; c) um manual da avaliação da manutenibilidade, contendo: directrizes, a sequência das actividades, 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 colecta 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 interacção 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,

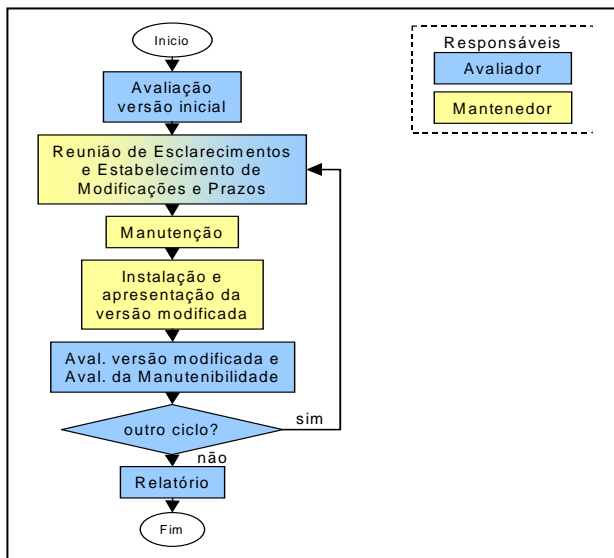


Figura 2. Processo de avaliação da manutenibilidade.

o software. A figura 2 mostra as actividades propostas para avaliação da qualidade externa da Manutenibilidade.

As principais considerações nessas actividades são: 1) **Na avaliação da versão inicial**, são geradas recomendações para: eliminar uma falha, inserir uma nova funcionalidade, ou mudar o ambiente. 2) **Na reunião de esclarecimentos e estabelecimento de modificações e prazos**, é possível que o desenvolvedor ou o mantenedor mostre como executar funções correctamente, esclarecendo possíveis desentendimentos da equipe de avaliação. Nela é decidido o que vai ser modificado e o prazo, que dependerá 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

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.

### 2.3.1 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

Descrição da falha (melhoria ou adaptação):
<b>1. Analisabilidade</b> Durante a apresentação:
<input type="checkbox"/> 1. Foi possível identificar a operação em que a falha (melhoria ou adaptação) acontece;
<input type="checkbox"/> 2. O avaliador conseguiu identificar a causa da falha (melhoria ou adaptação);
<input type="checkbox"/> 3. Foi possível identificar a causa da falha, via monitoração do status.
<input type="checkbox"/> 4. Foi possível identificar a causa da falha, via utilização de funções de diagnóstico;
<b>2. Comunicação e Feed-back</b>
<input type="checkbox"/> 1. A descrição da falha foi enviada pelo avaliador ao mantenedor. Caso positivo, anote o momento do envio: data: __/__/__, hora: ____;
<input type="checkbox"/> 2. Uma explicação satisfatória da causa da falha foi enviada. Caso positivo, anote o momento do envio: data: __/__/__, hora: ____; Descreva o feed-back: _____;
<input type="checkbox"/> 3. Uma versão corrigida foi enviada. Caso positivo, anote o momento do envio: data: __/__/__, hora: ____.
<b>3. Modificabilidade</b>
<input type="checkbox"/> 1. A falha foi satisfatoriamente resolvida;
<input type="checkbox"/> 2. Foi possível eliminar a falha via mudança de parâmetros.
<input type="checkbox"/> 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: _____;
<input type="checkbox"/> 4. A documentação foi mudada em decorrência da modificação. Caso positivo, anote o número de secções que foram mudadas: _____;
<input type="checkbox"/> 5. A modificação foi efectivamente registrada no log de modificações;
<b>4. Estabilidade</b>
<input type="checkbox"/> 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: _____.
<b>5. Testabilidade</b>
<input type="checkbox"/> 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;
<input type="checkbox"/> 2. Caso a falha em questão foi satisfatoriamente resolvida, foi possível realizar teste operacional aplicando pausa em pontos de checagem;
<input type="checkbox"/> 3. Caso foi realizar teste operacional aplicando pausa em pontos de checagem, foi possível recomençar a execução do teste.
<b>6. Conformidade</b> 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 da manutenibilidade.

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: correcção 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 sequência 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 objectivos da avaliação. **7) O relatório final** deverá conter o histórico do processo, e os resultados.

### 3. 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 adoptados num laboratório ou uma empresa.

Embora os critérios foram definidos de forma superficial, sendo necessário desenvolver com maior detalhe as métricas e os critérios para julgamento, são esforços que vão de encontro à obtenção de produtos de software com nível satisfatório.

Este trabalho é um estudo teórico, a execução do processo de avaliação proposto, possibilitará o aprimoramento da metodologia, bem como sua validação.

### 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 Internacional 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
- Maintinguer, 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.
- Maintinguer, 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. *1\* 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.