

## **A influência do processo, pessoas e tecnologia na qualidade de software: um estudo de caso**

**Fabiana Freitas Mendes<sup>2</sup>, Helyer Silva Mesquita<sup>1</sup>, Jackeline Neves de Almeida<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Requisito Tecnologia. Rua 85, Número 1760, Setor Marista. – 74.160-010 – Goiânia – GO – Brasil

<sup>2</sup> Faculdade UnB Gama (FGA) – Universidade de Brasília (UnB). Área Especial 02, Lt 14, Setor Central. Caixa Postal 8114. 72.405-610 – Gama – DF – Brasil

<sup>3</sup> Instituto de Informática (INF) – Universidade Federal de Goiás (UFG) Caixa Postal 131 – 74.001-970 – Goiânia– GO – Brasil

fabianamendes@unb.br, {helyermesquita,na.jackeline}@gmail.com

**Resumo.** *Usuários desejam aplicações que sejam fáceis de entender e de usar. Já desenvolvedores buscam softwares que sejam facilmente entendidos por outros e que sejam manuteníveis. Quais, entretanto, são os fatores que impactam a qualidade de um software? Alguns autores apontam para três: pessoa, tecnologia e processo. Este artigo tem como objetivo verificar a influência destes três fatores na qualidade de software. Para tanto, foi realizado um estudo de caso que, além de produzir uma ferramenta para caracterizar os três fatores de qualidade e outra para medir a qualidade de software e compará-los, provê uma indicação do quanto esses fatores são, de fato, essenciais no alcance da qualidade.*

**Abstract.** *Users want applications that are easy to understand and use. Developers, on the other hand, want softwares that are easily understood for those who did not develop and easy to maintain. What are the factors at an software development project that influence the quality of software product? Some authors point to three: people, technology and process. This article has the goal to verify the influence of these factors on the software quality. So it was made a case study that besides to produce a toll to characterize software projects in these three quality factors and other to measure software quality and compare them, provides an indication how much these factors are essential to reach quality.*

### **1. Introdução**

Qualidade é uma palavra difícil de ser definida, mas fácil de se perceber quando ausente (Pirsig, 1974). É relativamente fácil listar algumas características indesejáveis em um

software, entretanto, definir exatamente as características que o produto deve possuir tem sido um grande desafio para os desenvolvedores de software.

A própria ISO/IEC 12207 (ISO/IEC, 2008) reconhece a importância da listagem das características de software e define qualidade em função delas. De acordo com essa definição, um software de qualidade é aquele que vai além no quesito de atender todas as necessidades do usuário. É um produto que impressiona pelo fato de adiantar ao usuário aquilo que ele nem sequer sabia que era sua necessidade.

A Qualidade de Software é uma subárea da Engenharia de Software que tem como objetivo desenvolver técnicas que auxiliem na obtenção de um produto com qualidade. Diversos fatores podem influenciar a qualidade, entretanto Gries e Schneider (2005) afirmam que a qualidade de software é governada principalmente por três forças principais: pessoa, processo e tecnologia. Assim, para se ter um software de qualidade é necessário utilizar pessoas, processos e tecnologias adequados.

Apesar de muito se falar sobre a influência desses três fatores na qualidade e de existirem muitos modelos e documentos que tratam de um ou outro fator, não foram encontrados trabalhos que tratem dos três simultaneamente e que demonstrem a influência deles na qualidade de software. Assim, este trabalho supre essa carência apresentando uma ferramenta para caracterização e análise dos três fatores na qualidade de software.

A ferramenta é testada em um estudo de caso no qual dois softwares e seus projetos de desenvolvimento são caracterizados. Dessa forma, foi possível compará-los e concluir sobre a influência dos três fatores na qualidade de software.

Para tanto, este documento foi dividido como se segue. Na Seção 2 são apresentados os trabalhos relacionados a este. Nela são apresentadas as definições de cada um dos três fatores e algumas normas e modelos que foram desenvolvidos para lidar com cada um deles.

A Seção 3 descreve a metodologia adotada nesta pesquisa, apresentando não apenas os passos seguidos e o detalhamento da modelagem do estudo de caso, mas também algumas das ferramentas utilizadas para medir e comparar os softwares. Somente na Seção 4 o estudo de caso é, finalmente, apresentado. Nela, é feita uma breve descrição da empresa e dos produtos que foram utilizados bem como os resultados que foram alcançados.

Por fim, na Seção 5, as considerações finais desta pesquisa, juntamente com as restrições e os trabalhos futuros relacionadas a este trabalho são apresentados.

## **2. Fatores de Qualidade**

A IEEE 1061-1998 (IEEE, 1998) considera como fatores de qualidade processo, pessoas, problema, método, ferramenta e restrições. Já Baharom, Deraman e Hamdam (2011)

considera processo, tecnologia, pessoas, ambiente de trabalho e restrições de projeto. Como pôde ser visto, ambos consideram processo, pessoas, restrições e tecnologia como fatores de qualidade, isto se for considerado que *ferramenta* de IEEE (1998) é semelhante à *tecnologia* de Baharom, Deraman e Hamdam (2011). Desses, existem três que são conhecidos como o triângulo da qualidade ou triângulo de ferro (*iron triangle*): processo, pessoas e tecnologia (Jalote, 1999). Assim, segundo esse triângulo, para obtenção de alta qualidade e produtividade, boas tecnologias devem ser utilizadas, bem como processos maduros e pessoas capacitadas e motivadas (Gries e Scheneider, 2005).

Tanto Sorensen e Ing (2006) quanto Baharom, Deraman e Hamdam (2011) detalham essas três forças, porém não aprofundam na influência desses fatores na qualidade do produto. Por meio da análise destes trabalhos, conclui-se que, em um projeto, o fator pessoas está relacionado a características da equipe que constrói um determinado projeto. Já o processo diz respeito a atividades, aos métodos e aos documentos empregados para a construção do produto. Finalmente, tecnologia refere-se a ferramentas utilizadas no apoio ao processo e gerência das pessoas. A Tabela 1 apresenta o detalhamento de algumas características destes três fatores, a qual auxilia no entendimento do conteúdo deles.

**Tabela 1: Detalhamento do conteúdo dos fatores de qualidade e produtividade (Adaptado de Baharim, Dereman e Hamdam (2011) e Sorensen e Ing (2006)).**

Processo	Pessoas	Tecnologia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição inicial das atividades do projeto;</li> <li>• Definição de recursos necessários para a execução do projeto;</li> <li>• Documentação do processo utilizado;</li> <li>• Documentação das necessidades do projeto;</li> <li>• Controle das atividades do projeto por meio de métricas;</li> <li>• Definição dos documentos utilizados no projeto; e</li> <li>• Visibilidade do projeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esclarecimento sobre a função a ser exercida;</li> <li>• Capacidade de executar as tarefas;</li> <li>• Execução de treinamento quando necessário;</li> <li>• Comprometimento;</li> <li>• Tamanho da equipe satisfatório;</li> <li>• Experiência dos membros da equipe;</li> <li>• Uniformidade da equipe;</li> <li>• Integração entre os membros da equipe; e</li> <li>• Motivação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maturidade da tecnologia;</li> <li>• Suporte a tecnologias adotadas; e</li> <li>• Definição de tecnologias de apoio a atividades críticas do projeto.</li> </ul>

Todos os três fatores apresentados na Tabela 1 já têm sido alvo de estudo da comunidade. Por exemplo, em relação ao fator pessoa, existem diversos modelos que lidam com ele como: PCMM - *People Capability Maturity Model* - (Curtis, Hefley e Miller,

2005), NBR ISO 9004:2000 (ABNT, 2000), PSP - *Personal Software Process* - (Pomeroy-Huff et al, 2005), e TSP - *Team Software Process* - (Humphrey, 2000). O PMBOK-*Project Management Body of Knowledge* - (PMI, 2008) e o CMMI - *Capability Maturity Model Integration* - (SEI, 2006), apesar de não serem modelos específicos para esse fator, também podem ser utilizados como guia de melhoria.

Em relação ao processo, existem diversos documentos que o sistematizam como o MPS.BR - *Melhoria de Processo de Software* - (SOFTEX, 2011), CMMI - *Capability Maturity Model Integration* - (SEI, 2006) e a ISO/IEC IEEE 12207 (ISO/IEC, 2008).

Já para o terceiro fator do triângulo da qualidade, tecnologia, não foram encontrados modelos que o tratem, entretanto, ele funciona como apoio aos outros dois fatores e é, portanto, fundamental no sucesso e eficácia da gestão desses. Por exemplo, as ferramentas o Redmine (2012) e MS-Project (2010) podem ser utilizadas para apoiar a gerência de pessoas e a execução do Processo de Gerência de Projetos.

Apesar dos três fatores serem bastante mencionados na literatura, a relação entre esse conjunto e sua influência na qualidade do produto de software ainda estão poucos explorados, pois não foram encontrados trabalhos relacionados com este teor. Este trabalho, explora a influência dos três fatores que compõe o triângulo da qualidade no produto final por meio de um estudo de caso. A metodologia adotada é melhor detalhada na Seção 3.

### 3. Metodologia

Este trabalho tem como objetivo explorar a influência de três fatores na qualidade de software: processo, pessoa e tecnologia. Neste estudo de caso, dois softwares, já em produção, foram analisados tanto do ponto de vista da maturidade das práticas utilizadas para lidar com as pessoas, processo e tecnologias de construção dos produtos, quanto em relação à própria qualidade dos produtos finais.

Para tanto, foi realizado um experimento cujos objetivos e parâmetros são apresentados na Tabela 2. Para a definição destes parâmetros considerou-se o *framework* proposto por Wohlin *et al* (2000:37) .

**Tabela 2: Definição do Estudo de caso.**

<b>Objeto de estudo</b>	Avaliação de dois produtos de software em produção, onde as variáveis independentes foram alteradas de um projeto para outro.
<b>Propósito do estudo</b>	Comparação de dois produtos de software a partir de aplicação de métricas, observando a variável dependente.
<b>Foco da qualidade</b>	Qualidade em uso dos produtos.

<b>Perspectiva</b>	A coleta e interpretação dos dados será de acordo com a norma ISO 9126-1 (ABNT, 2003).
<b>Contexto</b>	Os softwares avaliados são de uma empresa de desenvolvimento com 5 anos de mercado.

Os parâmetros definidos na Tabela 2 orientaram a condução do estudo de caso o qual analisa a influência das variáveis independentes (pessoas, processo e tecnologia) na variável dependente (qualidade do produto). As hipóteses consideradas nesse estudo, hipótese alternativa ( $H_1$ ) e hipótese nula ( $H_0$ ), são apresentadas abaixo:

$H_0$  - Pessoas, processo e tecnologia não influenciam a qualidade do produto de software; ou

$H_1$  - Pessoas, processo e tecnologia influenciam a qualidade do produto de software.

Tendo definido o estudo de caso, o planejamento pôde ser elaborado, consistindo nos seguintes passos:

1. Definição dos métodos de coleta de dados relacionados:
  - a. a informações sobre pessoas, processo e tecnologia; e
  - b. à qualidade do produto de Software.
2. Definição da forma de comparação e análise dos dados; e
3. Coleta e análise dos dados obtidos.

Para a coleta das informações relacionadas a pessoas, tecnologias e processo utilizados no desenvolvimento dos produtos, foi elaborado um questionário, o qual é detalhado na Seção 3.1. Já para medir a qualidade dos dois produtos de software, foram selecionadas métricas da ISO/IEC 9126 (ISO, 2001), que são apresentadas na Seção 3.2.

### **3.1. Questionário para Caracterização dos Fatores de Qualidade**

Para a coleta de informações sobre os três fatores de qualidade, foi utilizado um questionário contendo 27 itens, os quais deveriam ser marcados com "X" caso ele fosse verdadeiro para o projeto que foi analisado. Destes itens, onze estão relacionados ao fator pessoa, nove ao processo e sete à tecnologia. Vale, entretanto, observar que não existe um fator com maior peso que outro, pois na análise não é considerado o valor absoluto obtido, mas sim a porcentagem de itens marcados em cada um dos fatores.

A criação dos itens do questionário considerou a Tabela 1 de modo que, para cada uma das entradas da tabela, foi criado de um a três itens que poderiam ser utilizados para caracterizar um projeto de desenvolvimento de software. Na Tabela 3 são apresentados alguns itens do questionário elaborado.

O questionário deve ser preenchido por um funcionário que tenha participado do projeto de construção do produto analisado e que possua conhecimento básico em Engenharia de Software. Caso haja dificuldade no entendimento do questionário, um dos pesquisadores pode auxiliar o seu preenchimento.

**Tabela 3: Exemplo de itens do questionário de caracterização dos fatores de qualidade.**

<ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>As pessoas da equipe sabiam exatamente a função que possuíam no projeto e, por isso, não estavam confusas ou realizando funções que não deveriam;</i></li><li>2. <i>Um treinamento inicial foi fornecido dando uma visão geral das atividades que cada papel iria executar;</i></li><li>3. <i>Foi definido um conjunto de passos e atividades que seriam executados para o desenvolvimento do software;</i></li><li>4. <i>Os passos e atividades a serem executados no projeto foram adequadamente documentados em um nível de detalhes que facilitou o entendimento da equipe do que deveria ser feito;</i></li><li>5. <i>As tecnologias utilizadas no projeto (por exemplo, linguagem de programação, banco de dados, ferramentas de desenvolvimento, software de controle de projeto, etc) não sofrem modificações significativas de uma versão para outra; e</i></li><li>6. <i>Foi fácil obter suporte do fornecedor da tecnologia quando houve necessidade.</i></li></ol>
--

Depois de preenchido, os itens marcados no questionário devem ser contados. Assim, através do total de itens e da quantidade de itens marcados, é calculada a porcentagem de itens marcados em cada um dos fatores. Por exemplo, suponha que dos 9 itens do fator processo, apenas 3 foram marcados. Neste caso, a porcentagem obtida é de aproximadamente 33%. Quanto maior a porcentagem, mais "maduro" foi o projeto em um determinado fator.

Dessa forma, através destes números, é possível comparar cada um dos projetos em relação a cada um dos três fatores de qualidade considerando-se as seguintes condições:

1. Se  $PPx > PPy$  em um determinado fator, então  $Px$  é mais maduro neste fator que  $Py$ ; onde  $PPx$  significa Porcentagem no Projeto  $x$ ;  $PPy$ , Porcentagem no Projeto  $y$ ;  $Px$ , Projeto  $x$ ; e  $Py$ , Projeto  $y$ .
2. Se  $PPx = PPy$  em um determinado fator, então  $Px$  é tão maduro neste fator quanto  $Py$ ; e
3. Se  $PPx < PPy$  em um determinado fator, então  $Px$  é mais imaturo neste fator que  $Py$ .

A próxima seção irá apresentar a lista de métricas e o modo de comparação da qualidade entre os softwares através dos números obtidos.

### 3.2. Métricas de Qualidade

As métricas de qualidade definidas pela norma ISO/IEC 9126-1 (ABNT, 2003) são consideradas, neste trabalho, como uma forma de produzir resultados numéricos que representem a qualidade de um determinado software. Esta norma declara que a qualidade de um produto de software deve ser medida sob três aspectos: interna, externa e em uso.

A qualidade interna é medida quando o software ainda está em desenvolvimento, ou seja, quando ainda não existe um produto finalizado. Já a qualidade externa é medida quando o software já foi terminado, entretanto, as medições são feitas em ambiente simulado com dados simulados, pois o software ainda não entrou em produção. Em ambos os casos, a medição é realizada por um membro da equipe técnica e, por isso, são analisados aspectos mais técnicos do software.

Por fim, a qualidade em uso é medida quando o software já está em produção, sendo utilizado pelo usuário no ambiente para o qual foi projetado. Assim, as medições podem ser feitas, em muitos casos, diretamente pelo usuário final.

Devido ao fato de ambos os softwares medidos já estarem em produção, e considerando a definição dos três tipos de métricas, foram selecionadas apenas métricas de qualidade em uso para serem aplicadas e utilizadas na comparação da qualidade dos produtos. A Tabela 4 mostra a lista das métricas selecionadas para este trabalho.

Observe que todas as métricas utilizadas e apresentadas na Tabela 4 foram escolhidas do conjunto de métricas de qualidade em uso definidas na ISO/IEC 9126-4 (ABNT, 2004). Para a seleção das métricas foi considerada a viabilidade de execução delas na organização, considerando os fatores tempo e disponibilidade de documentos para coleta de dados. Além disso, foi considerado pelo menos uma métrica para cada uma das quatro características definidas pela ISO/IEC 9126-1 (ABNT, 2003).

**Tabela 4: Lista de métricas utilizadas para aferir a qualidade dos softwares.**

Nome da métrica		Propósito da métrica
Efetividade	Efetividade da tarefa	Identificar a proporção em que tarefas são completadas sem erros.
	Completeness da tarefa	Estabelecer número de tarefas que foram completadas independente se houve erros no resultado.
	Frequência de erro	Obter índice de erros identificados pelos usuários.
Produtividade	Tempo da tarefa	Identificar o tempo necessário para execução de determinada tarefa
	Eficiência da tarefa	Determinar índice de eficiência do usuário na execução de determinada tarefa.

	Proporção produtiva	Estabelecer tempo em que o usuário não está ocioso.
Segurança	Bem-estar do usuário	Determinar índice de usuários que sentem algum mal-estar quando usam o software
	Segurança das pessoas afetadas pelo sistema	Medir índice de pessoas que são expostas a problemas por causa do software.
	Danos no software	Analisar se o software sofre danos quando submetido em determinadas situações.
Satisfação	Questionário de Satisfação	Analisar a satisfação do usuário em relação a características específicas do software

Em relação à aplicação das métricas, foi considerado exatamente o que está descrito na norma, ou seja, a forma de coleta e interpretação dos dados são aquelas presentes na documentação da métrica de ABNT (2003).

Na lista de métricas da Tabela 4 existem métricas que podem gerar mais de um número. Por exemplo, para a métrica *efetividade e eficiência da tarefa* pode ser considerada mais de uma tarefa e, assim, pode ser gerado mais de um número. Nesses casos, para fins de comparação, deve ser calculada a média aritmética simples entre os valores obtidos.

Ao comparar-se os números obtidos, pode-se chegar em três casos distintos:

1. **PrA:** quando o valor obtido, considerando-se a forma de interpretação presente em (ABNT, 2003), é melhor no Produto A (PrA) que no Produto B;
2. **PrB:** quando o valor obtido, considerando-se a forma de interpretação presente em (ABNT, 2003), é melhor no Produto B (PrB) que no Produto A; e
3. **Igual em ambos:** quando o valor obtido, considerando-se a forma de interpretação presente em (ABNT, 2003), é exatamente igual tanto no Produto A quanto no Produto B.

Após a classificação dos itens conforme a listagem anterior, cada um dos casos deve ser contado, obtendo-se X casos PrA, Y casos PrB, e Z casos *Igual em Ambos*. Esses números são convertidos em porcentagens e analisados como se segue. Caso a porcentagem de PrA seja a maior, então interpreta-se que a qualidade de PrA é maior que a qualidade de PrB. Caso a porcentagem de PrB seja a maior, então a qualidade de PrB é também maior. Finalmente, caso a porcentagem de *Igual em Ambos* seja maior, então a qualidade de ambos softwares são semelhantes. Esse mesmo raciocínio pode ser utilizado caso se deseje comparar mais de dois softwares. Neste caso, poderá ser criada uma lista por ordem crescente de qualidade.

#### 4. Estudo de Caso

Para a verificação da influência dos três fatores (pessoas, processo e tecnologia) na qualidade de produtos de software, foram escolhidos dois produtos, ambos produzidos pela

mesma empresa, a Requisito Tecnologia. Trata-se de uma empresa fundada há 5 anos que foca no desenvolvimento de produtos para apoiar profissionais da área de saúde e do esporte. A empresa encontra-se incubada na UFG (Universidade Federal de Goiás) há quase dois anos e, por isso, recebe o apoio do PROINE (Programa de Incubação de Empresas da UFG). Além disso, a empresa também conta com o apoio do CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

A empresa possui 18 funcionários distribuídos nos projetos de construção/manutenção de três produtos: Guibee, Software Vida e Desenvolvimento de Jogos para o Guibee. Nesse estudo de caso, foi considerado o Software Vida e o Guibee.

O Software Vida é o mais antigo, com exatamente a mesma idade que a empresa, ou seja, 5 anos. Já o Guibee, ainda está em desenvolvimento, sendo que apenas uma parte dele já foi concluída e se encontra em produção.

Em relação ao ambiente de produção dos softwares, a versão inicial do Software Vida foi desenvolvida por uma equipe de apenas duas pessoas, sem a utilização de processos formais, utilizando-se Delphi e Firebird. Atualmente, o Software Vida é o produto que mantém a empresa. Ele já está em produção e novas *releases* são liberadas mensalmente com correções de bugs e implementação de melhorias. Para a manutenção do sistema é necessário um programador e duas pessoas para o suporte técnico.

Em relação ao Guibee, a equipe de desenvolvimento do produto possui cinco pessoas. Além disso, houve uma maior preocupação com a gerência da equipe e com o estabelecimento de boas práticas relacionadas aos processos de software. Por se tratar de uma equipe pequena, utilizou-se uma adaptação do Scrum (Schwaber, 2004).

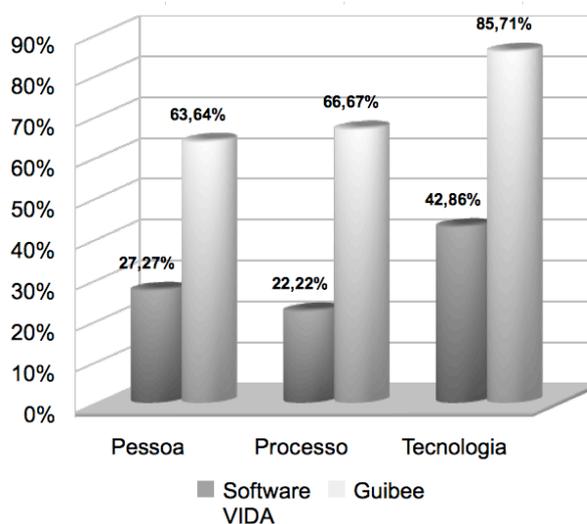
#### **4.1. Caracterização dos Fatores de Qualidade**

Para a caracterização dos fatores de qualidade, foi utilizado o questionário e o modo de comparação descritos na Seção 3.1. Para o preenchimento do questionário, foi realizada uma reunião com todos os membros que trabalharam em ambos os projetos e, quando houve consenso, o quesito avaliado era marcado. Dessa forma, foi produzido apenas um questionário para cada produto. A Figura 1 apresenta a porcentagem dos itens que foram marcados no questionário.

Em relação a pessoas, em ambos os projetos de construção de software, trabalhou-se com pessoas comprometidas, foi executado treinamento quando necessário e as pessoas estavam cientes de suas funções e responsabilidades. Entretanto, no Guibee, mais boas práticas relacionadas a esses três itens foram executadas. Dessa forma, conclui-se que, em relação ao fator pessoas, o projeto de construção do Guibee foi mais maduro que o do Software Vida.

Sobre **processo**, ambos projetos preocuparam-se com a definição inicial de um conjunto de atividades e os recursos necessários foram disponibilizados para executá-las. Entretanto, apenas no Guibee, as atividades do projeto foram documentadas, um cronograma foi produzido e controlado, houve visibilidade do andamento das atividades e as necessidades a serem implementadas no software estiveram mais claras. Assim, por meio da comparação dos percentuais obtidos, conclui-se que, em relação ao fator **processo**, o projeto de construção Guibee foi mais maduro que o do Software Vida.

Finalmente, em relação à **tecnologia**, aquelas que foram utilizadas no projeto de construção do Guibee estavam mais maduras, os fornecedores das tecnologias estavam mais preparados para atender os pedidos de ajuda ou realizar alterações nelas e houve uma preocupação explícita na escolha das melhores ferramentas. Também neste caso, o projeto de construção do Guibee foi mais maduro que o do Software Vida.



**Figura 1: Caracterização dos fatores nos projetos de construção dos softwares.**

O projeto de construção do Guibee foi o mais maduro em todos os três aspectos: pessoas, processos e tecnologia. Assim, é esperado que a qualidade do Guibee seja superior ao do Software Vida. A Seção 4.2 apresenta os resultados obtidos em relação à qualidade do Software Vida e do Guibee.

#### **4.2. Análise da Qualidade dos Softwares**

Para aferir a qualidade dos softwares, foram selecionadas algumas métricas de qualidade em uso da ISO/IEC 9126-4 (ABNT, 2004), as quais foram apresentadas na Tabela 3. A coleta dos dados foi realizada por um dos autores deste artigo que também trabalha na empresa, que ora analisou documentos disponíveis, ora consultou os usuários.

Em relação à *efetividade e eficiência da tarefa*, foram medidas quatro diferentes tarefas. Nesse caso, procurou-se tarefas que fossem semelhantes em cada um dos dois softwares para que a comparação fosse a mais fiel possível. A Tabela 5 apresenta as tarefas e os problemas considerados em cada um dos casos.

**Tabela 5 - Tarefas consideradas nas métricas efetividade e eficiência da tarefa.**

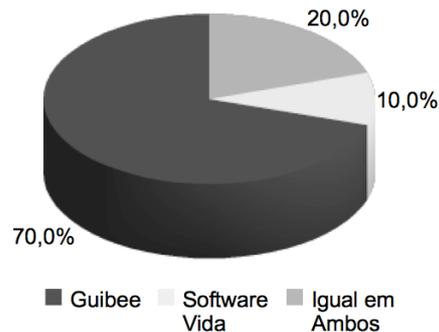
Software Vida	Guibee
Tarefa 1- Cadastro de Usuário <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não gravar no banco de dados; e</li> <li>• Não integridade dos dados.</li> </ul>	Tarefa 1- Cadastro de Usuário <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não gravar no banco de dados; e</li> <li>• Não integridade dos dados.</li> </ul>
Tarefa 2 - Cadastro de Empresa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha na validação do CNPJ; e</li> <li>• Não gravar no banco de dados.</li> </ul>	Tarefa 2 - Cadastro de Empresa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha na validação do CNPJ; e</li> <li>• Não gravar no banco de dados.</li> </ul>
Tarefa 3 - Calculo do IMC (Peso/ Altura <sup>2</sup> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso e Altura cadastrados incorretamente; e</li> <li>• Erro de calculo.</li> </ul>	Tarefa 3 - Solicitar contrato com a Requisito Tecnologia <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha na comunicação.</li> </ul>
Tarefa 4 - Exportar Laudo para o Guibee <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha de comunicação com o servidor do Guibee (ausência de internet);</li> <li>• Não preenchimento do campo 'e-mail' no cadastro de usuário (responsável por associar o laudo a pessoa no Guibee); e</li> <li>• Associar laudo à pessoa errada.</li> </ul>	Tarefa 4 - Visualizar Laudos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualizar laudos de outras pessoas;</li> <li>• Laudo não exibido; e</li> <li>• Laudo com dados inconsistentes.</li> </ul>

Sobre a métrica *segurança das pessoas afetadas pelo sistema*, também foi considerado mais de um perigo. Para o Software Vida, foram considerados alunos com tratamento físico, nutricional e fisioterápico inadequado. Já para o Guibee, foram considerados alunos influenciados pela prática excessiva de exercícios e usuários que sofreram *bullying*.

Após da coleta dos dados, eles foram tabulados e comparados. Os valores obtidos foram classificados em três grupos, conforme recomendado na Seção 3.2. A Figura 2 apresenta a porcentagem obtida para cada um dos grupos.

Na Figura 2 é possível observar que o Guibee obteve melhor resultado em 70% dos casos, o que representa sete métricas: completude da tarefa, frequência de erro, tempo da tarefa, eficiência da tarefa, proporção produtiva, danos no software e questionário de

satisfação. Os 10% obtidos para o Software Vida, representa apenas uma métrica: segurança das pessoas afetadas pelo sistema. Os 20% dos casos em que o resultado obtido foi igual para ambos os softwares, representa duas métricas: efetividade da tarefa e bem estar do usuário.



**Figura 2: Resultado da aplicação das métricas de qualidade em uso.**

A próxima seção, Seção 4.3, analisa os resultados sobre qualidade obtidos e confronta-os com as características dos projetos de construção dos dois softwares.

### 4.3. Comparação dos Resultados

Como pôde ser visto, houve uma melhoria significativa nos três fatores de qualidade quando compara-se o produto desenvolvido há cinco anos, Software Vida, e o produto cujo início do desenvolvimento se deu no ano de 2011, Guibee. A melhoria nestes três fatores acompanha o amadurecimento da empresa visto que o Software Vida foi desenvolvido quando a empresa estava sendo criada e, na verdade, por causa do sucesso desse produto, a empresa de fato obteve êxito. Como a empresa ainda estava se formando, o desenvolvimento de software ainda não era tão profissional e, por isso, poucas técnicas e modelos reconhecidos pela Engenharia de Software foram utilizados.

Um outro ponto a ser observado diz respeito à diferença entre as porcentagens dos três fatores dos dois produtos. Para processo, a diferença foi maior (44,45) seguido de tecnologia (42,85) e de pessoa (36,37). Assim, é correto afirmar que a maior melhoria se deu em processos, o que reflete o investimento da empresa na contratação de uma pessoa com a função de formalizar os processos da organização.

Em relação aos dois casos em que ambos softwares obtiveram mesmo resultado, vale a observação que, no caso da métrica *bem-estar do usuário*, o mesmo usuário que avaliou o Guibee avaliou também o Software Vida e este usuário observou dor de cabeça após o uso. Entretanto, não é possível atribuir que a dor de cabeça seja, de fato, devido ao uso dos software. Assim, o resultado obtido na aplicação dessa métrica deve ser considerado com cuidado.

Apesar disso, de fato, o progresso na avaliação dos três fatores levou a uma melhoria na qualidade dos produtos da empresa, pois mesmo retirando-se esta métrica, as medidas obtidas no Guibee continuam sendo melhores que as obtidas no Software Vida. Assim, há uma forte indicação que o investimento nestes fatores de qualidade influenciam positivamente na qualidade do produto.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho mostrou a influência de três fatores na qualidade de software: pessoas, processo e tecnologia. Para isso, foram analisados os projetos em que dois produtos de software foram desenvolvidos, considerando-se os três fatores de qualidade. Também foi analisada a qualidade do produto final obtido em cada um dos projetos, por meio da aplicação de algumas métricas de qualidade em uso da ISO/IEC 9126-4.

Como resultados, este trabalho, apresentou um meio para caracterizar o impacto da adoção de boas práticas relacionadas a pessoas, processo e tecnologia adotadas em um projeto, uma forma para comparar os resultados obtidos e uma indicação de que os três fatores afetam, de fato, a qualidade do software. Além disso, também foi apresentada uma maneira de medir e comparar a qualidade de produtos de software, por meio da seleção de algumas métricas presentes na ISO/IEC 9126/4.

Um dos produtos analisados, o Software Vida, foi desenvolvido há cinco anos pela empresa, quando essa ainda era imatura em relação aos fatores abordados. Já o Guibee é um produto fruto do amadurecimento da empresa em termos de aplicação de boas práticas da Engenharia de software.

A comparação desses dois produtos permitiu observar que o Guibee estava melhor estruturado sob o aspecto do triângulo de qualidade do que o Software Vida. A confirmação de que esses fatores de qualidade influenciaram a qualidade do produto nos sistemas em questão veio por meio de aplicação de métricas de qualidade em uso definidas na ISO/IEC 9126-4 (ABNT, 2004). A aplicação dessas métricas ratificou as expectativas e o Guibee mostrou-se melhor em 70% das métricas contra 10% em que o Software Vida foi melhor e em 20% em que o resultado foi o mesmo em ambos.

Como pôde ser visto, para os sistemas avaliados, os três fatores influenciaram na qualidade do produto, reforçando a hipótese alternativa e refutando a hipótese nula. Entretanto, esse resultado é insuficiente para provar a validade da hipótese de que pessoas, processo e tecnologia influenciam na qualidade do produto. Assim, faz-se necessário desenvolver mais experimentos para observar a validade da hipótese alternativa.

Nesses estudos de caso, é importante controlar separadamente cada fator, ou seja, analisar dois softwares em que a variação seja somente em *pessoa*, outros que somente o fator *processo* varie e outros em que a variação esteja apenas em *tecnologia*.

Além disso, é necessário elaborar um questionário de caracterização dos fatores de qualidade mais abrangente, detalhando ainda mais cada um deles considerando-se os modelos que falam de cada um dos itens. É importante também considerar mais métricas de qualidade para uma melhor comparação entre os softwares.

Uma outra possibilidade de direcionamento desta pesquisa, é explorar o relacionamento entre as métricas da ISO/IEC 9126 e os três fatores de qualidade. Seria igualmente importante confrontar a definição dos três fatores de qualidade apresentada neste trabalho com o que é declarado nos modelos ou normas de qualidade mais populares.

### **Agradecimentos**

À Requisito Tecnologia, empresa em que os softwares desse estudo de caso foram produzidos, em especial aos diretores André de Paula Ramos e Wellington Pereira de Oliveira pelo apoio na realização desta pesquisa, os quais permitiram a análise da qualidade de seus produtos, forneceram toda documentação necessária para realizar o trabalho e permitiram a divulgação dos resultados obtidos.

### **Referências**

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2000) NBR ISO 9004: Sistemas de gestão da qualidade - diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2003) ABNT NBR ISO/IEC 9126-1:2003 – Engenharia de software – Qualidade de produto – Parte 1: Modelo de qualidade. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004) ABNT NBR ISO/IEC 9126-4:2004 – Engenharia de software – Qualidade de produto – Parte 4: Métrica de qualidade em uso. Rio de Janeiro: ABNT.
- Baharom, B.; Yahaya, J.; Deraman, A.; Hamdan, R. (2011) SPQF: Software Process Quality Factor: For Software Process Assessment and Certification, 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics, Bandung.
- Curtis, B.; Hefley, W. E.; Miller, S. A. (2005) People capability maturity model. 2. ed. Pittsburg: Software Engineering Institute, <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/01mm001.cfm>, Fevereiro de 2012.
- Gries, D.; Schneider, F. B. (2005) Texts in computer science: An integrated approach to software engineering. 3. ed. Estados Unidos da América: Springer. 571p.
- Humphrey, W. S. (2000) The Team Software Process<sup>sm</sup> (TSPSM). Hanscom: Software Engineering Institute, <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/10tr020.cfm>, Fevereiro de 2012.

- Jalote, P. (1999) CMM in practice: process for executing software projects at infosys. Indianapolis: Pearson Addison-Wesley. 387p.
- MS-Project (2010), <http://www.microsoft.com/project/pt/br/product-information.aspx>, Março de 2012.
- Pirsig, R. M. (1974) Zen and the art of motorcycle maintenance. New York: Bantam Books.
- Project Management Institute (2008) “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)”, 4a ed., Newton Square: PMI Publications.
- Pomeroy-Huff, M.; Mullaney, J.; Cannon, R.; Seburn, M. (2005) The Personal Software Process<sup>sm</sup> (PSPSM) Body of Knowledge. 1. ed. Hanscom:Software Engineering Institute, <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/09sr018.cfm>, Fevereiro de 2012.
- Redmine (2012), <http://www.redmine.org>, Março de 2012.
- Software Engineering Institute (2006) CMMI for Development (CMMI-DEV). Version 1.2, Technical report CMU/SEI-2006-TR-008. Pittsburgh, PA.
- SOFTEX, Associação Para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (2011) Melhoria de Processo de Software Brasileiro (MPS.BR): Guia Geral: 2011, [http://www.softex.br/mpsbr/\\_guias/default.asp](http://www.softex.br/mpsbr/_guias/default.asp), Fevereiro de 2012.
- Sorensen, P.; Ing, B. (2006) Balancing Investment in People, Process and Technology and Building the Capacity to do so in Developing Economies. In: CSTD PANEL - Promoting the building of a people-centred, development-oriented and inclusive information society, with a view to enhancing digital opportunities for all people, Paris. International Council Of Management Consulting Institutes (ICMCI).
- Schwaber, K. (2004) Agile Project Management with Scrum. Microsoft Press.
- The International Organization For Standardization and the International Electrotechnical Commission (2001) ISO/IEC 9126 – Software Engineering – Product Quality. Geneve: ISO.
- The International Organization For Standardization and the International Electrotechnical Commission (1998) ISO/IEC 1061:1998 – IEEE Standard for a Software Quality - Metrics Methodology. Piscataway: IEEE.
- The International Organization For Standardization and the International Electrotechnical Commission (2008) ISO/IEC 12207:2008 – Systems and software engineering – Software life cycle processes. Geneve: ISO.
- Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M. Ohlsson, M. C.; Regnell, B.; Wesslén, A. (2000) Experimentation in software engineering: An introduction. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, p.37.