

Métricas de qualidade na coleta de requisitos

Quality metrics in requirements collection

Mauricio Telles Bigio^a, Rafael Wobeto Motta^b, Rosalvo Ermes Srtreit^c

^a *rafbase@gmail.com*

^b *mauricio.unb@bol.com.br*

^b *rosalvo.streit@gmail.com*

Resumo: Recursos são desperdiçados em projetos de Tecnologia da Informação por erros na fase de levantamento de requisitos e por insuficiência em seu acompanhamento. Tais erros podem contribuir para o fracasso do projeto como um todo. Observa-se também que são poucas as citações na literatura sobre metodologias de avaliação da qualidade direcionadas a este contexto. Assim, este estudo procura reunir, discutir e classificar as principais métricas para avaliar a qualidade de requisitos de forma a subsidiar trabalhos futuros que busquem ampliar o arcabouço teórico. As métricas identificadas foram divididas em categorias, de acordo com as formas de abordagem: avaliação por validação textual, por estabilidade de exigências, por caso de uso e padrões, por *feedback*, e sem métricas objetivas.

Palavras chave: Gerenciamento de requisitos, Métricas de qualidade, Erros de requisitos.

Abstract: Resources are wasted on projects of Information Technology for errors in the phase of gathering requirements and failure in tracking. Such errors can contribute to the failure of the project as a whole. It is also observed that there are few studies in the literature on quality assessment methodologies directed to this context. Thus, this study seeks to gather, discuss and classify key metrics to assess the quality of requirements in order to facilitate future studies that seek to expand the theoretical framework. The identified metrics were divided into categories according to the ways of approach: evaluation by textual validation on stability requirements, and by use case patterns for feedback, and without objective metrics.

Keywords: Requirements management; Quality metrics; Requirements errors.

1. Introdução

No ambiente corporativo, principalmente no que tange às grandes empresas e órgãos governamentais, a busca e disponibilização de informações é incessante. Muitas destas organizações já percebem o potencial estratégico de deter e gerir as informações de forma organizada, tratando-a como um ativo, tão importante como os demais (Teixeira & Silva, 2012).

Considerando tal realidade, este estudo aborda as informações contidas em sistemas de informação (SI), pois, conforme Pressman (2011), os sistemas estão cada vez mais presentes nas estratégias de negócio das empresas, aumentando a necessidade de que sejam mais confiáveis, usáveis e adaptáveis. Ou seja, quanto mais o negócio é suportado por sistemas, maior é a exigência de qualidade desses sistemas, e conseqüentemente de seu projeto de desenvolvimento.

Para Sommerville (2011), o modelo em cascata é um dos modelos de desenvolvimento de software mais utilizados. Ainda, segundo o autor, este modelo divide o projeto em cinco fases: análise e definição de requisitos, projeto de sistemas e de software, implementação e teste de unidades, integração e teste de sistemas, e operação e manutenção.

O levantamento de requisitos é a fase mais importante para garantir a qualidade ao longo do projeto, pois o resultado desta fase servirá de base tanto para o escopo quanto para os detalhes de funcionamento do sistema (Pressman, 2011). Esta importância é retratada por Sayão et al. (2003) ao relatar que defeitos em requisitos são responsáveis por 50% dos erros na fase de testes e por Shen et al. (2009) ao indicar percentual similar, 55%. Estes dados podem indicar pouco progresso no período no sentido de mitigar este efeito.

No mesmo sentido, e considerando a neces-

sidade crescente de atendimento de demandas em tempos menores, Correia et al. (2006) inferem que se a organização não tem conhecimento das melhorias que devem ser feitas nos requisitos, pode haver dificuldades e atrasos na efetiva implementação dos sistemas. Shen et al. (2009) relatam, por sua vez, que 82% do esforço e dos recursos para correção de erros de projeto está relacionada a esta fase

De forma a promover aumento no controle e na qualidade da prestação de serviços, reduzindo assim a utilização de recursos, aconselha-se a utilização das melhores práticas no gerenciamento de Tecnologia da Informação - TI (Gomes Neto et al., 2012). E a adoção de uma metodologia que verifique a qualidade de requisitos e realize seu acompanhamento se enquadra nesta premissa.

No entanto, verifica-se na literatura que nos últimos dez anos foram realizados poucos estudos dedicados a essa área. E, desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a literatura existente e categorizar as metodologias encontradas para medir a qualidade do processo de coleta de requisitos, a fim de subsidiar futuros trabalhos e pesquisas.

2. Referencial teórico

2.1 Levantamento de requisitos

O levantamento de requisitos consiste em descobrir as exigências para um sistema através de comunicação com clientes, usuários e demais pessoas interessadas (Al-Hothali et al., 2012). Darlene (2001) define esta etapa como a fase de definição de um projeto, pois é usado para identificar os detalhes do cliente, data de início, o alcance e o limite do trabalho, restrições, premissas, relatórios, requisitos, entregas e orçamento. Costa et al. (2012) define seu objetivo como identificar de onde serão coletados os requisitos de um software e como esta coleta será feita. Ainda, segundo os mesmos autores, este processo deve resultar em uma compreensão do problema que o software deve resolver.

É preciso considerar que vários atores estão envolvidos no processo de levantamento de requisitos, os chamados stakeholders, ou partes interessadas. Desta forma, diferentes pontos de vista, modelos mentais e expectativas estão presentes (Góes et al., 2013). Al-Hothali et al. (2012) apontam alguns problemas resultantes disso, como a dificuldade dos stakehol-

ders em articular claramente seus requisitos e as diferentes intenções envolvidas.

Para minimizar tais problemas, Kouri (2007) propõe que haja intenso diálogo entre desenvolvedores dos sistemas e usuários (stakeholders), pois as pessoas de negócio e de TI têm entendimentos distintos sobre os mesmos assuntos, e esse trabalho em conjunto leva a uma sensível melhoria na qualidade dos requisitos. Os diferentes pontos de vista promovem o compartilhamento de ideias e um melhor entendimento sobre os domínios do problema e da solução.

Em consonância, Sommerville (2011) destaca que tão importante quanto garantir o entendimento das necessidades do cliente é identificar de forma exaustiva os stakeholders participantes do projeto. O esquecimento de algum stakeholder cria lacunas entre as informações coletadas, enfraquecendo o processo como um todo.

Góes et al. (2013) citam atividades que fazem parte do processo de levantamento de requisitos, dentre as quais estão: captura e classificação de requisitos, estabelecimento de prioridades, resolução de conflitos, verificação de inconsistências e ambiguidades, e negociação dos requisitos do sistema.

Como todas as atividades podem influenciar na qualidade dos requisitos, o estudo considera a utilização de métricas que atuem na avaliação dos requisitos em qualquer momento do processo de desenvolvimento de produtos de TI, inclusive após a fase de levantamento de requisitos.

2.2 Documento de requisitos

Segundo Sommerville (2011), o documento de requisitos é uma declaração oficial do que é exigido do sistema. Este documento serve para descrever o produto do contrato de desenvolvimento do sistema. Ainda segundo o autor, o documento de requisitos concentra a manifestação dos requisitos, que podem ser entendidos tanto como declarações abstratas sobre funcionalidades ou restrições do sistema, quanto como descrições detalhadas de funções e procedimentos do sistema e são divididos em requisitos funcionais e requisitos não funcionais.

Os requisitos funcionais representam a descrição das funcionalidades e serviços que se esperam do sistema. Já os requisitos não funcionais são as características de qualidade e as

restrições do sistema, como confiabilidade, desempenho, sistema operacional, entre outros (Sommerville, 2011).

Ito et al. (2011) listam algumas ferramentas que auxiliam na construção do documento, tais como *Open Source Requirements Management Tool*, *Rational RequisitePro* e *HP Quality Center*. No entanto, esses aplicativos buscam apenas fornecer uma interface para a estrutura básica necessária e não se destinam a medir a qualidade dos mesmos.

Rocha (2006) apresenta uma visão geral dos itens do documento de requisitos na Figura 1. Sommerville (2011), com base no IEEE, também apresenta uma estrutura para o documento de requisitos com os mesmos itens.

A introdução deve conter o propósito e o público alvo para os quais o produto de software será produzido, bem como seu escopo, o glossário dos termos e referências, e a visão geral do restante do documento (Rocha, 2006).

Figura 1. Estrutura básica do documento de requisitos.

1. Introdução
1.1 Propósito
1.2 Escopo
1.3 Definições, acrônimos e abreviaturas
1.4 Referências
1.5 Visão Geral
2. Descrição Geral
2.1 Perspectiva do produto
2.1.1 Interfaces do sistema
2.1.2 Interfaces do usuário
2.1.3 Interfaces de hardware
2.1.4 Interfaces de software
2.1.5 Interfaces de comunicação
2.1.6 Restrições de memória
2.1.7 Operações
2.1.8 Requisitos de adaptação do local
2.2 Funções do produto
2.3 Características do usuário
2.4 Restrições gerais
2.5 Condições e dependências
2.6 Distribuição dos requisitos
3. Requisitos Específicos
3.1 Interfaces externas
3.2 Requisitos funcionais
3.3 Requisitos de performance
3.4 Requisitos de banco de dados lógico
3.5 Requisitos de design
3.6 Atributos de sistema de software
3.6.1 Confiabilidade
3.6.2 Disponibilidade
3.6.3 Segurança
3.6.4 Portabilidade
4. Informações de Suporte
4.1 Índice
4.2 Apêndices

Fonte: Rocha (2006).

Na descrição geral é informada a perspectiva do produto em relação ao sistema maior, as funções do produto, características do usuário, restrições gerais, suposições e dependências (Sommerville, 2011).

A seção de requisitos específicos contém os requisitos funcionais e não funcionais, descrevendo o comportamento observável do sistema e também dos recursos não-comportamentais, como desempenho e restrições (Rocha, 2006).

Por último, a seção de informações de suporte delimita informações para a futura manutenção do produto. No item de apêndices podem ser incluídos tópicos como exemplos de formato de I/O (input/output, entrada e saída de dados), informações de suporte, descrição dos problemas a serem resolvidos pelo software, entre outros (Rocha, 2006).

3. Revisão bibliográfica

3.1 Métricas de qualidade de requisitos

Para Pressman (2011), o objetivo de qualquer projeto é atender as necessidades dos usuários finais. Calazans (2008) relata que a qualidade é entendida como as características que levam a satisfação das necessidades explícitas e implícitas do cliente. Constatação esta revisada da NBR ISO 8402, posteriormente substituída pela ISO 9001 (ABNT, 2008). Conforme vimos anteriormente, essas necessidades são expressas na forma de requisitos. Pressman (2011) afirma ainda que a qualidade empenhada no levantamento de requisitos é refletida para todas as etapas seguintes do projeto.

AL-Hothali et al. (2012) chamam atenção para o fato do processo de levantamento de requisitos ser informal por natureza, o que dificulta a realização de medições e testes, pois o próprio processo de levantamento pode causar a volatilidade dos requisitos e afetar sua qualidade. Apesar disso, Sommerville (2011) lembra que os requisitos não funcionais geralmente podem ser mensurados com mais facilidade, pois abordam características tangíveis, como confiabilidade, desempenho, portabilidade, segurança, usabilidade, legislação e padrões de implementação. Esses requisitos devem ser declarados juntamente com suas respectivas unidades de medida (Sommerville, 2011).

Mesmo com as dificuldades enfrentadas, Ramos et al. (2006) defendem que a medição

da qualidade durante o levantamento e análise dos requisitos é relevante, pois quanto mais cedo se mede a qualidade e se encontram e corrigem erros no produto, menor será o custo destas correções. E, considerando que os requisitos permeiam todo o processo, sua contínua mensuração pode produzir efeitos positivos sobre a qualidade do produto final.

Ramos et al. (2006), relatam que estas métricas devem ser: simples, computáveis, empíricas, intuitivamente persuasivas, consistentes, objetivas, consistentes no uso de unidades e dimensões, independentes da linguagem de programação e úteis para realimentação de alta qualidade.

A literatura apresenta poucos estudos sobre métricas na fase de levantamento de requisitos. Além disso, observa-se que as referências são, em sua maioria, anteriores a 2009. Essa pequena produção literária já havia sido constatada também por Katasonov (2006). Em sua pesquisa, esse autor salientou que o controle de qualidade de requisitos parece ser um assunto marginal para a Engenharia de Requisitos (ER) e que são utilizadas técnicas relativamente independentes, caracterizando um processo heterogêneo. No seu trabalho, Katasonov (2006) esboça um framework para o controle de qualidade em requisitos.

Ito et al. (2011) relatam a carência de ferramentas no mercado com o objetivo de dar apoio às atividades de identificação e validação de requisitos junto aos clientes. Desta forma, os autores trabalham na concepção de um módulo de validação em um aplicativo já existente e de seu alcance, a Ferramenta de Suporte à Elicitação de Requisitos - FSER (Fuzii et al., 2009).

Por outro lado, Capilla (2012) considera que a Engenharia de Requisitos é uma sub-disciplina bastante madura em Engenharia de Software, ainda que um grande número de sistemas seja desenvolvido sem rigoroso controle de qualidade em seu estágio de planejamento. O autor ressalta que muitas vezes os atributos de qualidade são utilizados de maneira informal em decorrência da falta métodos e ferramentas que os suportem.

3.2. Métricas localizadas

A partir da revisão bibliográfica realizada, fez-se o levantamento de métricas e ferramentas utilizadas na avaliação da qualidade dos requisitos de projetos de desenvolvimento

de softwares. Com esse levantamento, pode-se avaliar e categorizar as métricas de qualidade da coleta de requisitos. A categorização demonstrada a seguir foi realizada de acordo com a abordagem utilizada para a medição e resultou na seguinte divisão: avaliação por validação textual, avaliação por estabilidade de exigências, avaliação por caso de uso e padrões, avaliação por *feedback*, e avaliações sem métricas objetivas.

3.2.1. Métricas de avaliação por validação textual

As métricas desta categoria se concentram na forma como os requisitos são descritos textualmente, na coesão e coerência da escrita e na sua interpretação. As técnicas estão baseadas na qualidade do documento de requisitos, na sua constituição interna. São aplicadas, geralmente, em um curto espaço de tempo, e não possuem acompanhamento que seja reavaliado nas demais fases do projeto.

Métricas SATC

Esta métrica é, na verdade, um conjunto de indicadores compilados de vários trabalhos anteriores a 1999 do *Software Assurance Technology Center* (SATC), do *Goddard Space Flight Center* da NASA, adicionados à visão de Fantechi (2003) sobre o tema. Trata-se de indicadores de escrita que avaliam frases com erros, que geram dúvidas ou são incompletos em relação ao total de frases do documento de requisitos.

Como resultado da divisão, os valores de cada item variam entre 0 (zero) e 1 (um), sendo 0 (zero) o melhor resultado, pois representa a ausência de problemas. Não há menção a uma relação de pesos ou importâncias entre os diversos itens passíveis de avaliação: frases dúbias, itens a definir, opcionalidade (sentenças com requisitos opcionais), multiplicidade (mais de um verbo principal), subjetividade (frases com expressões pessoais), entre outros. Apesar de se concentrar apenas no documento, introduz uma avaliação numérica interessante ao processo.

Cobertura de rastreabilidade requisito-fonte - CRRF

O CRRF (Sayão et al., 2003) pretende demonstrar o percentual de requisitos que permitem a identificação da fonte ou contexto que os originou. Ou seja, nesta métrica está

introduzida a interpretação das sentenças. Para sua avaliação, é necessário ter conhecimento do contexto que originou o documento de requisitos, as necessidades dos stakeholders. A forma de avaliação é semelhante ao método anterior, divide-se a quantidade de requisitos que se ligam ao contexto fonte pelo número total de requisitos. Contudo, valores ideais são aqueles próximos a 1 (um) neste caso.

Nesta métrica há tanto a avaliação numérica quanto a avaliação da adequação do documento ao seu contexto, ainda que a avaliação seja feita em período único.

Cobertura de rastreabilidade requisito-componente

Muito similar à métrica anterior, demonstra o percentual de requisitos que permitem associação aos componentes que os implementam (Sayão et al., 2003). Ou seja, a visão está direcionada para os itens desenvolvidos a partir do documento. A qualidade está ligada a tradução dos requisitos em itens utilizáveis pelos usuários. Valores ideais, neste caso, novamente são aqueles próximos a 1 (um).

Densidade de defeitos em requisitos

Esta métrica se baseia na identificação de possíveis defeitos no texto do documento de requisitos. Sayão et al. (2003) ressaltam que o conceito de defeitos utilizado refere-se aos erros identificados ao longo do projeto, antes de sua entrega. A densidade de defeitos é definida dividindo-se o número de requisitos com defeitos pelo total de requisitos, onde os valores ideais para esta métrica são próximos a 0 (zero).

Esta metodologia prevê que novas inspeções sejam realizadas caso haja alterações nos requisitos, o que introduz a avaliação da qualidade ao longo do tempo. O autor cita ainda a necessidade de que o tipo, grau e risco dos defeitos identificados fiquem devidamente documentados.

3.2.2. Métricas de avaliação por estabilidade de exigência

Neste grupo foram enquadradas as métricas que buscam medir a continuidade dos requisitos descritos. Sua visão de qualidade se concentra na correta descrição inicial e na estabilidade do objetivo do projeto. Um aspecto interessante é a necessidade de avaliação ao

longo de tempo, não apenas nas fases iniciais do projeto.

Estabilidade e volatilidade de requisitos

Estabilidade de requisitos (EstabReq) e volatilidade de requisitos (VolatReq) são dois indicadores da mesma métrica e prevêem a aferição em intervalos de tempo regulares. Estão enquadradas no grupo direcionado a medir as alterações no projeto, recebendo o efeito previsto por Al-Hothali et al. (2012) quanto a participação dos diversos stakeholders. As alterações constantes no projeto podem indicar a falta de entendimento sobre as partes interessadas e prejudicar a qualidade do produto final.

Os indicadores produzem resultados numéricos, o EstabReq é calculado dividindo-se o número de novos requisitos por determinado intervalo de tempo e o VolatReq dividindo-se o número de requisitos modificados ou excluídos também pelo intervalo de tempo. A taxa média ideal é fixada em torno de 1% ao mês. E esta taxa tende a 0% com a maturidade do produto.

3.2.3. Métricas de avaliação por caso de uso e padrões

As métricas a seguir são aplicadas confrontando os requisitos com representações estruturadas de informações, de forma a avaliar sua adequação às mesmas. Essas representações são os casos de uso e os padrões de qualidade, e podem ser entendidas como um conjunto de itens ou situações que os requisitos devem atender. A avaliação é executada em apenas um momento curto no tempo.

Ligações de requisitos a casos de teste

Esta métrica baseia-se na verificação dos requisitos por meio de casos de uso, que são basicamente pequenas descrições de como a aplicação deve se comportar (Sayão et al., 2003). A métrica prevê que cada requisito possa ser testado por ao menos um caso de uso e de que a maioria dos requisitos precise de apenas um caso de uso para ser testado e poucos precisem de muitos casos de uso.

Para que a métrica produza a qualidade desejada, é necessário que os casos de uso representem adequadamente seus requisitos de origem e o autor resalta que caso haja dificuldade na criação de um caso de uso, pode haver problemas na definição do requisito.

Neste caso, a métrica produz resultados em duas direções, na construção e na validação do documento.

Requirements Manager - REM

Trata-se de uma ferramenta constituída por métricas que medem fatores de complexidade em casos de uso como o número de passos de um caso de uso, passos condicionais, exceções e o número de vezes que um caso de uso é incluído ou estendido em outros casos de uso (Ramos et al., 2006). Os requisitos precisam estar armazenados em formato XML.

Os autores relatam que esta ferramenta não fornece juízo de valor sobre a qualidade do requisito, fornece apenas uma visão do tamanho e complexidade dos mesmos. Apesar disso, é possível inferir que a métrica pode ser utilizada para comparar diferentes documentos do mesmo produto, a fim de delimitar o documento mais simples ou com descrições mais claras.

Requirements Engineering Quality Valuation - REQE

Essa metodologia propõe a avaliação da qualidade de aplicações web na fase de requisitos através da medição de especificações de qualidade e considera que a qualidade total do projeto pode ser subdivida e avaliada em vários itens. Em outras palavras, são descritos e quantificados requisitos de qualidade para o projeto em três níveis hierárquicos: características, sub-características e atributos de qualidades. Sua aplicação consiste em cinco fases (Ramos et al., 2006):

- a) Representação de características de qualidade: descrição geral de um item específico de qualidade;
- b) Representação das sub-características e atributos de qualidades: divisão e detalhamento do nível anterior;
- c) Especificação da árvore de características, sub-características e atributos de qualidade (ACSAQ): visão global dos relacionamentos;
- d) Associação de pesos aos nós e escores aos atributos de qualidade: cada relação hierárquica é considerada um “nó” e recebe um valor proporcional de participação na qualidade total do projeto; e
- e) Cálculo geral.

Ramos & Castro (2005) explicam que no item “c”, todos os nós da ACSAQ, ou seja, todos os pontos de encontro das característi-

cas até seus atributos de qualidade, devem ser especificados descritivamente. Estes nós recebem pesos, os escores definidos na fase “d”. Primeiramente, atribuem-se pesos às características, em seguida as sub-características e aos atributos de qualidade. São permitidos apenas números inteiros positivos. Essa pontuação vai representar a participação individual na qualidade global da aplicação Web.

Para cada atributo de qualidade da ACSQA deve ser associado um escore, conforme a seguir: Não atende o atributo de qualidade - 0, Atende com sérias restrições - 3, Atende parcialmente - 6,5, Atende - 10. Estes pesos produzem resultados numéricos para a avaliação de qualidade no item “e”, seguindo fórmula que resultará na avaliação final da qualidade do projeto (Ramos & Castro, 2005).

3.2.4. Métricas de avaliação por feedback

Neste grupo, é considerado o retorno do cliente ou de usuários quanto a adequação dos requisitos à sua expectativa. O foco é o diálogo entre stakeholders, como proposto por Kouri (2007). Como em dois dos grupos anteriores, a avaliação da qualidade é realizada apenas uma vez, durante a fase de requisitos, sem revalidações posteriores.

Taxa de validação de requisitos

A taxa de validação é dada pelo número de requisitos validados pelas partes interessadas dividido pelo total de requisitos do documento (Sayão et al., 2003). Espera-se que o valor obtido esteja próximo de 1 (um) ao iniciar a fase de construção do projeto de desenvolvimento, indicando que a maioria dos requisitos já foram validados pelos usuários e clientes. Esta métrica está alinhada ao conceito de evitar alterações futuras, alinhando o entendimento antes da construção efetiva do produto.

Ferramenta de Suporte à Elicitação de Requisitos - FSER

A métrica é aplicada na ferramenta web FSER, que utiliza linguagem orientada a objeto (Java Servlet e JSP - Java Server Pages), banco de dados MySQL e foi desenvolvida no trabalho de Fuzii et al. (2009). Ito et al. (2011) aumentaram o escopo inicial da ferramenta, que tinha por objetivo prestar apoio às atividades de obtenção, análise e documentação de requisitos. Nessa expansão, foi incluído o módulo de validação de requisitos.

Trata-se de uma métrica baseada na técnica de check-list, onde cada requisito é apresentado ao cliente em tela específica e este o analisa, marcando-o como aprovado ou reprovado e marca objetivamente um ou mais critérios responsáveis pela avaliação. Foram utilizados treze critérios: ambigüidade, conflito, gramática/nomenclatura, coesão, completeza, consistência, padronização, relevância, viabilidade, organização, identificação única, clareza e domínio. (ITO et al. 2011) justificam a predileção por tal técnica pelo fato de poder ser aplicada sem a necessidade de intervenção de um mediador para guiar o processo de validação.

Modelo de qualidade de sistema - SQuaRE

Esaki (2013), explica que este método captura informações das reclamações dos clientes através dos comentários feitos por eles nos websites onde fizeram compras de produtos. Em seguida, as reclamações são classificadas de acordo com as seis características descritas no modelo de qualidade ISO/IEC9126, sendo elas: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade. Com base nesta classificação as reclamações serão analisadas quantitativamente.

Ainda conforme Esaki (2013), um questionário deve ser aplicado junto aos stakeholders do produto para obter o peso de cada característica de qualidade, representando o quanto cada uma é importante para o cliente. Assim, pode-se quantificar o grau de insatisfação do cliente em relação a cada característica, para cada produto de sistema. Esaki (2013) afirma que essa medição ajuda a entender a satisfação dos clientes.

Apesar de ser aplicada sobre o produto já desenvolvido e entregue, esta métrica reflete a qualidade dos requisitos que foram coletados para a construção do produto na perspectiva de satisfação dos clientes e usuários finais.

3.2.5. Avaliações sem métricas

São técnicas de avaliação de requisitos que não possuem uma métrica associada. Conforme Katasonov (2006), são técnicas que melhoram a qualidade dos requisitos, no entanto não há uma mensuração desta melhora.

Inspeção baseada em cenários

Neste conceito, o documento de requisitos é analisado com base em um conjunto de cená-

rios concretos derivados de um predecessor seu e, em seguida, é examinado para a presença, correção e outros atributos de declarações de requisitos que cobrem cada um dos cenários de qualidade. O autor cita este conceito como uma boa prática de revisão de documento muito empregada na Engenharia de requisitos. De fato, há uma farta literatura recente sobre o assunto.

Embora seja relatado que a técnica promova qualidade para o documento de requisitos, não há uma métrica calculada associada ao processo de análise dos cenários.

Inspeção baseada em padrões

Neste modelo, um conjunto de padrões é fornecido aos colaboradores para serem usados na validação dos requisitos contra cenários. Para cada ação e padrão descrito no cenário, uma declaração de exigência correspondente deve ser encontrada no documento de requisitos (Katasonov, 2006). Esses padrões de exigências podem ser representados em um quadro de validação, onde é possível visualizar qual parte do cenário corresponde a determinado padrão.

Como no item anterior, é relatado que a técnica promove qualidade para o documento de requisitos, mas não há uma métrica calculada associada ao processo de análise dos padrões.

4. Resultados e discussão

Ao longo da avaliação bibliográfica proposta neste estudo pode-se notar a importância dada pelos autores à fase de requisitos de um projeto de desenvolvimento de software. Classificada por Pressman (2011) como a fase mais importante para garantir a qualidade do projeto, esta preocupação em relação a qualidade dos requisitos é reforçada por Shen et al. (2009) e Correia et al. (2006), que associam a falta de qualidade no levantamento de requisitos com atrasos e problemas de implementação de sistemas.

O levantamento de requisitos serve de base para a definição de todo projeto (Darlene, 2001), pois, conforme AL-Hothali et al. (2012) e Costa et al. (2012), é a etapa onde são capturadas as necessidades e expectativas dos stakeholders em relação ao sistema que deve ser desenvolvido. Por isso, apesar das dificuldades apontadas por AL-Hothali et al. (2012) relacionadas à natureza informal do processo

de levantamento de requisitos, Ramos et al. (2006) enfatiza a necessidade da medição da qualidade dos requisitos e Rocha (2006) destaca a necessidade de organização e padronização.

Katasonov (2006) já havia observado em seu trabalho a existência de pouca produção científica a respeito de métricas aplicadas na mensuração da qualidade dos requisitos. Situação que ainda persiste, conforme pode-se verificar pela pequena quantidade de novas propostas de métricas publicadas desde então.

Todas as métricas analisadas neste trabalho são voltadas para avaliação da qualidade dos requisitos funcionais, pois os requisitos não funcionais, conforme informado anteriormente por Sommerville (2011), já possuem métricas bem definidas, que permitem uma mensuração mais tangível. Inclusive, as unidades de medidas dos requisitos não funcionais fazem parte de sua declaração, como por exemplo o tempo de resposta do sistema, que pode ser medido em segundos.

As métricas localizadas foram agrupadas de acordo com a técnica utilizada para a análise dos requisitos, dando origem a quatro categorias. Na primeira, estão as métricas de avaliação por validação textual, que são simples de mensurar e produzem resultados numéricos, porém a verificação quanto à qualidade é bastante subjetiva e fortemente ligada a interpretação de quem realiza a análise.

Na segunda, temos as métricas de avaliação por estabilidade de exigências, onde o ponto forte são justamente o acompanhamento ao longo do tempo de projeto e a avaliação por resultados numéricos, mas a avaliação da qualidade está restrita à volatilidade nos requisitos.

A terceira categoria, contém as métricas cujas análises de requisitos são executadas confrontando-os com estruturas de avaliação pré-definidas, tornando o processo menos sujeito a problemas de interpretação do avaliador. Este conjunto de métricas possibilita a melhoria na qualidade do documento de requisitos avaliado, pois liga os requisitos a casos reais de uso do produto (KATASONOV, 2006).

Na quarta categoria, temos as métricas de avaliação por feedback, que são as que mais se aproximam do conceito de qualidade de requisitos defendido por Kouri (2007), Calazans (2008) e Pressman (2011). Estas métricas consideram a opinião do usuário final quanto ao

atendimento dos requisitos que originaram o sistema ou o produto.

E, por fim, na quinta categoria, temos as avaliações sem métricas definidas, que, apesar de Katasonov (2006) defender que há melhora na qualidade dos requisitos, não há como medir objetivamente esta melhoria.

A análise das métricas deixou explícito que há concentração na validação do documento de requisitos em momento único ou período curto, com poucas métricas se propondo a acompanhar a qualidade ao longo de tempo, em outras fases do projeto. Já as métricas do grupo de avaliação por feedback se aproximam do conceito de qualidade da NBR ISO 9001:2008 e das premissas de participação dos stakeholders previstas por Kouri (2007), Sommerville (2011) e Góes et al. (2013), entre outros.

5. Considerações finais

Avaliar e acompanhar a qualidade dos requisitos levantados para o desenvolvimento de produtos de TI é essencial para atender as reais necessidades de clientes e usuários finais, antecipar e evitar erros de projeto e desperdício de recursos. As métricas de qualidade podem fornecer indicadores interessantes neste sentido, uma vez que consistem justamente no acompanhamento e validação das expectativas dos stakeholders, expressas durante o levantamento de requisitos do projeto.

No entanto, ainda existem poucos estudos acadêmicos que abordem o desenvolvimento de métricas de qualidade de requisitos, ou que proponham a aplicação de alguma já existente. Desta forma, esta pesquisa cumpriu seu objetivo, reunindo as principais técnicas disponíveis. Espera-se que o resultado possa subsidiar futuros trabalhos e pesquisas na área.

A partir da análise dos pontos positivos e negativos de cada métrica e observando a aproximação da quarta categoria ao conceito de qualidade, nenhuma métrica foi considerada completa. A métrica ideal deve conter um conjunto dos atributos das métricas encontradas. Dentre eles: avaliação da qualidade textual do documento de requisitos, feedback padronizado por parte dos usuários finais, avaliações ao longo do tempo, padrões numéricos de comparação, medida das alterações, além de avaliar ambos os tipos de requisitos, funcionais e não-funcionais.

Como sugestões de estudos futuros, propõem-se a comparação em estudos de caso das métricas apresentadas, a validação e adaptação do framework de Katasonov (2006) e a

criação de uma métrica que avalie os requisitos funcionais, e que também aborde os não-funcionais, de forma simples, objetiva, quantitativa e contínua.

Referências

- AL-Hothali; s. A., Al-Zubaidi, N. A. & Subbarao A. (2012). Requirements Elicitation for Software Projects. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 10(11), 64-71.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008). *NBR ISO 9001: Sistemas de Gestão de Qualidade - Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Calazans, A. T. S. (2008). Qualidade da informação: conceitos e aplicações. *TransInformação*, 20(1), 29-45.
- Capilla, R., Babar, M., A. & Pastor, O. (2012). Quality requirements engineering for systems and software architecting: methods, approaches, and tools. *Requirements Engineering*, 17(4). 255-8.
- Correia, L. C. da C., Melo, M. A. do N. & Medeiros, D. D. de (2006). Modelo de diagnóstico e implementação de um sistema de gestão da qualidade: estudo de um caso. *Revista Produção*, 16(1), 111-25.
- Costa, L. A., Zoucas, A. C. & Alves, J. B. M. (2012). Elicitação de requisitos de software no setor público: lições aprendidas e recomendações para mitigação de riscos. *Revista Brasileira de Administração Científica*, 3(2), 214-26.
- Esaki, K. (2013). Verification of Quality Requirement Method Based on the SQuaRE System Quality. *American Journal of Operations Research*, 3(1), 70-9.
- Fantechi, A. Gnesi, S., Lami, G. & Maccari, A. (2003). Applications of linguistic techniques for use case analysis. *Requirements Engineering*, 8(3), 161-70.
- Fuzii, R. Y. M., Souza, R. C. G. & Tronco, M. L. (2009). Apoio Automatizado para Aplicação de Técnicas de Elicitação de Requisitos. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, 8(1), 43-7.
- Góes, A. S., Silva, J. P. & Barros, R. M. (2013). Melhoria no processo de levantamento de requisitos para software de gestão pública: um estudo de caso utilizando instruções de trabalho. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA*, 1(12), 21-32.
- Gomes Neto, B. J., Pereira, F. L. G. & Mariano, S. R. H. (2012). Melhoria dos serviços de TI através da aplicação de um modelo de governança e ferramentas de qualidade: um estudo de caso. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 7(4), 546-53.
- Ito, M. L., Fuzii, R. Y. M., Souza, R. C. G., Valêncio, C. R. & Tronco, M. L. (2011). Support tool to the validation process of functional requirements. *IEEE Latin America Transactions*, 9(5), 889-94.
- Katasonov, A. & Sakkinen, M. (2006). Requirements quality control: a unifying framework. *Requirements Engineering*, 11(1), 42-57.
- Kouri, M. G. (2007). *Definição de requisitos para um sistema de monitoramento de veículos no transporte rodoviário de cargas* (Dissertação de mestrado em Engenharia Elétrica). São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Pressman, R. S. (2011). *Engenharia de software: uma abordagem profissional (7a ed.)*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Ramos, R. A., Carvamlho A., Monteiro, C., Silva, C. T., Castro, J., Alencar, F. M. & Afonso, R. (2006). Avaliação da Qualidade de Documentos de Requisitos Orientado a Aspectos. *Congresso Ibero-Americano em Engenharia de Software*, La Plata, Argentina.
- Ramos, R. A & Castro, J. F. B. (2005). Avaliação de uma metodologia de medição da qualidade em um documento de requisitos orientado a aspectos. *Workshop de Engenharia de Requisitos*, Porto, Portugal.
- Rocha, F. Z. F. (2006). *Modelo para avaliação da qualidade da tradução entre requisitos e casos de uso* (Dissertação de mestrado em Ciências da Computação). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Sayão, M., von Staa; A & Leite, J. C. do P. (2003). *Qualidade em requisitos* (Monografia em Ciência da Computação). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Shen, H., Wall, B., Zaremba, M., Chen, Y. & Browne, J. (2009). Integration of business modeling methods for enterprise information system analysis and user requirements gathering. *Computers in Industry*, 54(3), 307-23.
- Simon, J. C., Poston, R.S. & Kettinger, B. (2009). Creating better governance of offshore services. *Information Systems Management*, 26(2). 110-22.
- Sommerville, I. (2011). *Engenharia de Software (9a ed.)*. São Paulo: Pearson Education.
- Teixeira, S. & Silva, A. (2012). Os usos da informação estratégica sobre o território: a empresa de consultoria PricewaterhouseCoopers e o planejamento territorial. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 13(2), 71-85.

Sobre os autores

Mauricio Telles Bigio

Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília (2010) e Mestre em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação

pela Universidade Católica de Brasília (2016), atua na Caixa Econômica Federal, principalmente na área de sistemas aplicados à gestão de ativos de crédito.

Rafael Wobeto Motta

Graduado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Mato Grosso (2005), Especialista em Engenharia de Sistemas pela Escola Superior Aberta do Brasil 2012 e Mestre em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação pela Universidade Católica de Brasília (2016), atua na Caixa Econômica Federal.

Rosalvo Ermes Streit

É Engenheiro Elétrico pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1985), Especialista em Administração Estratégica de Sistemas de Informações pela FGV/EBAP/DF (2001), Mestre em Ciência da Computação (1996) e Doutor em Administração (2006), na área de Sistemas de Informação e de Apoio à Decisão, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área da Ciência da Computação e Administração, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão da informação, sistema financeiro, sistemas complexos, modelos analíticos e de simulação, com ênfase nos modelos baseados em agentes. Entre 2008 e 2010 atuou como professor convidado na Escola FGV de Brasília (Fundação Getúlio Vargas), nos cursos MBA em Estratégia Empresarial e MBA em Administração Estratégica de Sistemas de Informação. Atualmente, é docente-pesquisador do Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação da Universidade Católica de Brasília e, desde 1994, analista do Banco Central do Brasil.