

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

PROPOSAL OF A REQUIREMENTS ESTIMATION TECHNIQUE

Julio Cesar Soares dos Reis

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Brasil.
juliosoares.reis@gmail.com

Marcelo Werneck Barbosa

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Brasil.
mwerneck@pucminas.br

Abstract: There is currently great concern in developing software efficiently, observing quality standards as well as at minimum cost and time. These demands have increased competitiveness. In order to achieve these goals, it is necessary that development effort be correctly estimated. Among software development activities, the ones related to requirements engineering provide the basis to all subsequent activities and are fundamental to achieve project success. So, these activities should be well planned, estimated and managed. This work is aimed at presenting a systematic review of research in order to identify project and system characteristics and attributes that influence time spent on requirements development activities. Based on the outcomes of the review, an initial estimation technique for requirements development effort was proposed. Results showed that a large set of influencing characteristics was found and that initial results of the technique are promising.

Keywords: Software estimation; Requirements engineering; Systematic review.

Resumo: Atualmente há grande preocupação em desenvolver software de maneira eficiente, atendendo a padrões de qualidade a tempo e custo mínimos. Essas demandas têm aumentado a competitividade. Para alcançar estes objetivos, é necessário que o esforço seja corretamente estimado. Dentre as atividades de desenvolvimento de software, as relacionadas à engenharia de requisitos provêm a base para todas as subsequentes e são fundamentais para alcançar o sucesso do projeto. Assim, estas atividades devem ser bem planejadas, estimadas e gerenciadas. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão sistemática para identificar características e atributos de projeto e de sistemas que influenciam o tempo gasto em atividades de desenvolvimento de requisitos. Baseado nos resultados da revisão, uma técnica inicial de estimativa de esforço para estas atividades foi proposta. Resultados mostraram que um grande conjunto de características influenciadoras foi encontrado e que resultados iniciais de aplicação da técnica são animadores.

Palavras-chave: Estimativa de software; Engenharia de requisitos; Revisão sistemática.

I INTRODUÇÃO

Existe atualmente grande interesse por parte das organizações em produzir software de maneira eficiente, com qualidade, de fácil entendimento e manutenção, a um baixo custo e em um período de tempo mínimo. Estes fatores tem se tornado exigência de mercado para garantia de sucesso. Contudo, para que esses objetivos sejam atingidos, torna-se necessário medir o desempenho dos processos e desta forma, avaliar os resultados obtidos.

Neste cenário, a medição é essencial para o controle do projeto, pois ela irá proporcionar a possibilidade de realização de um planejamento mais assertivo. Não é possível gerenciar e melhorar aquilo que não se pode controlar (De Marco, 1991).

A Engenharia de Requisitos é a primeira etapa dentro da Engenharia de Software (Belgamo e Martins, 2000), e contempla um conjunto de atividades relacionadas à definição e gerência dos requisitos. Dentre essas atividades, podemos destacar: elicitar, analisar, documentar, validar estes requisitos e durante todo o desenvolvimento de software gerenciá-los (Pfleeger, 2004).

Este trabalho foca na apresentação de uma revisão sistemática da área de desenvolvimento de requisitos, utilizada como base para identificação de fatores que influenciam no tempo gasto na realização desta atividade, com o objetivo de, com base em técnicas de estimativas já existentes, contribuir para a proposição de uma técnica de estimativa específica para a fase para requisitos que possibilite a geração de estimativas mais precisas para esta etapa do desenvolvimento de software.

A Seção 2 descreve conceitos relativos ao tema. Na Seção 3, são apresentados os trabalhos relacionados. A Seção 4 descreve o processo de revisão sistemática. Na Seção 5, é apresentada a técnica proposta. A Seção 6, os resultados e a 7 apresenta a conclusão e os trabalhos futuros.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Requisitos

Um requisito é uma característica que pode ser observada no sistema desenvolvido, ou seja, ele define o que o sistema deverá fazer. (Pfleeger, 2004). A engenharia de requisitos consiste em um processo que engloba todas as atividades que contribuem para a produção de um documento de requisitos e sua manutenção ao longo do tempo, além de estabelecer uma base sólida para o projeto e a sua construção. Sem a aplicação da mesma, existe alta possibilidade de que o software não atenda às expectativas do cliente. (Pressman, 2006).

B. Métricas

As métricas são fundamentais para qualquer projeto de engenharia. Medições nos permitem obter entendimento fornecendo-nos um instrumento para avaliação objetiva (Pressman, 2006).

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

Embora métricas de produto para software sejam frequentemente não absolutas, elas nos dão um modo sistemático de avaliar a qualidade com base em um conjunto de regras claramente definidas (Pressman, 2006), nos permitindo e/ou auxiliando, dentro de diversas finalidades, realizar estimativas mais precisas das atividades que serão desenvolvidas dentro de um projeto.

C. Estimativas

Uma das causas dos projetos não alcançarem seus objetivos de acordo com o cronograma e o orçamento previstos são estimativas inadequadas baseadas em informação insuficiente, baseadas apenas na experiência dos responsáveis ou por não utilizar métodos específicos. (Souza, 2009).

As estimativas de custo e de esforço de software jamais serão uma ciência exata. Muitas variáveis – humanas, técnicas, ambientais, e políticas – podem afetar o custo final do software e do esforço aplicado para desenvolvê-lo. (Pressman, 2006). No entanto, com o objetivo de contribuir para realização de previsões mais assertivas (minimizando a discrepância entre tempo estimado e real gasto), várias técnicas foram e tem sido propostas e/ou adequadas ao longo dos anos.

Dentre as técnicas de estimativa de esforço para desenvolvimento de software, podemos citar, por exemplo, a APF (Análise de Pontos de Função), considerando sua vasta utilização pelas organizações.

Pontos de Função (PF) medem a funcionalidade da aplicação no ponto de vista do usuário. Ou seja, serve para medir o tamanho do software pela quantificação de suas funcionalidades externas, baseadas no projeto lógico ou a partir do modelo de dados, abrange a funcionalidade específica requerida pelo usuário para o projeto. A funcionalidade requerida diz "o que" será (ou é) entregue para o usuário (Vazquez; Simões; Albert, 2003).

Já a atividade de estimar esforço de testes pode ser considerada árdua e imprecisa em virtude dos diversos fatores internos e externos que podem projetar impacto e/ou influenciar os resultados das estimativas (Souza, 2009). No entanto, com o objetivo de que esta estimativa seja efetuada com maior nível de precisão, foi desenvolvida por Martin Pol, Ruud Tennissen e Erik van Veenendaal a APT (Análise de Pontos de Teste), uma medida de tamanho de teste que gera previsões de esforço e estimativas de tempo baseada no tamanho do sistema em pontos de função (Veenendaal; Dekkers *apud* Souza, 2009).

Esta técnica é usada com o intuito de estimar o esforço para definir, desenvolver e executar testes funcionais, possuindo como parâmetro a complexidade do desenvolvimento de software, logo, deriva-se da técnica de Análise de Pontos de Função.

Segundo Sommerville (2007), quanto mais informações temos sobre o sistema que está sendo desenvolvido ou testado, mais precisa será a estimativa e fazendo-se uso de alguma técnica ou abordagem formal durante a realização de estimativas, este grau de incerteza pode ser minimizado.

D. Revisão Sistemática

Em 2004, Kitchenham introduziu o conceito de Engenharia de Software Baseada em Evidência (ESBE). Essa abordagem tem o objetivo de aperfeiçoar a tomada de decisão relacionada ao desenvolvimento de software através da integração das melhores evidências resultantes de experiências práticas e valores humanos. (Kitchenham, 2004).

Neste contexto, a revisão sistemática é a ferramenta utilizada para identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa disponível e relevante sobre uma questão de pesquisa, um tópico ou um fenômeno de interesse, ou seja, uma forma de executar revisões abrangentes da literatura de forma não tendenciosa. (Kitchenham, 2004).

A condução de uma revisão sistemática supostamente apresenta uma avaliação justa do tópico de pesquisa à medida que utiliza uma metodologia de revisão rigorosa, confiável e passível de auditoria. Os pesquisadores, na condução de revisões sistemáticas devem, particularmente, despende esforços na busca, identificação e relato de pesquisas e/ou estudos que apoiem ou não suas hipóteses. (Kitchenham, 2004).

Contudo, uma revisão sistemática não consiste em um simples rearranjo de dados já conhecidos, e/ou publicados. Representa uma nova forma de abordagem metodológica para execução de determinada pesquisa, com a finalidade de integrar resultados experimentais fornecendo embasamento científico para apoio ao processo de tomada de decisão (Mafrá e Travassos, 2005).

O processo de realização de uma revisão sistemática é apresentado na Seção 4 ao descrever a revisão realizada para este trabalho.

III. TRABALHOS RELACIONADOS

Estudos relacionados a estimativa de esforço e requisitos têm sido realizados com o objetivo fornecer informações que contribuam para a realização de previsões mais adequadas durante o processo de desenvolvimento de software.

[Mohagheghi, Anda, Conradi, 2005] realizou a adaptação de um método de estimativa de esforço baseado em casos de uso ao desenvolvimento incremental, cuja avaliação foi efetuada em um sistema industrial. O estudo permitiu identificar os fatores que afetam o esforço despendido em projetos de grande porte com desenvolvimento incremental, além de apresentar como tais fatores podem ser calibrados para um contexto específico, a fim de que sejam alcançadas estimativas mais assertivas.

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

Em [Dhavachelvan, 2010] foi apresentada a utilização de fuzzy, para avaliação da complexidade da fase de requisitos com a utilização de métricas. Em seguida, estimou-se o esforço da fase com base em um modelo de previsão usando vetor.

O trabalho [Lavazza, Robiolo, 2010] avaliou diferentes tipos de medidas de tamanho funcional como estimadores de esforço. Foi considerado um conjunto representativo de medidas de tamanho funcional e uma medida de complexidade para verificar como estas medidas estão relacionadas com o esforço de desenvolvimento. Para este fim, foram medidos alguns projetos, cuja análise dos resultados permitiu constatar a possibilidade de construção de modelos estatisticamente válidos do esforço de desenvolvimento que utilizam o tamanho funcional e medidas de complexidade como variáveis independentes. Ressaltou-se ainda que, novas investigações, envolvendo um número maior de projetos, são necessárias para confirmação dos resultados obtidos.

Já no âmbito da revisão sistemática, alguns trabalhos têm sido propostos por meio da condução do processo, com o objetivo de reunir informações relativas a um determinado assunto para apoiar ou não hipóteses:

(Dieste, Lopes e Ramos, 2008) realizaram um levantamento mais concreto sobre as técnicas utilizadas para explicitar requisitos, com o objetivo de apresentar recomendações sobre as situações em que cada uma das técnicas de elicitação seriam mais adequadas. Com base em um trabalho realizado anteriormente (Dieste e Juristo, 2008), a nova execução do processo de revisão de literatura, proporcionou a atualização e ampliação dos estudos empíricos, além da descoberta de novos resultados. Foi identificado que as novas evidências, que foram publicadas, suportaram a mesma conclusão obtida anteriormente, possibilitando a produção de evidências que posteriormente podem ser utilizadas para aprofundamento na identificação de quais situações e/ou caso, uma técnica de levantamento de dados é mais útil.

Em (Dyba e Dingsoyr, 2008), foi realizada uma revisão sistemática relacionada a métodos ágeis de desenvolvimento de software, onde foram analisados 36 artigos publicados e a síntese das conclusões do autor levaram a uma discussão sobre o conhecimento relacionado ao tema do trabalho, incluindo análise sobre os possíveis benefícios, limitações e a relevância das evidências identificadas.

Em (Neto, 2007), uma revisão sistemática sobre técnicas de geração automática de test cases baseadas em artefatos de software (Model-based Testing Approaches) foi apresentada. As técnicas foram analisadas de forma qualitativa e quantitativa, possibilitando a identificação de algumas características consideradas importantes para a área de engenharia de testes: riscos e impactos de se transferir a abordagem da academia para o ambiente de indústria, entre

outras, que possibilitaram conclusões relevantes para pesquisadores e praticantes da área de engenharia de testes.

As revisões sistemáticas podem ser aplicadas a diversos tipos de estudo, e conforme pode ser verificado, não foi identificada na literatura nenhuma técnica de estimativa que seja específica para requisitos. Este trabalho apresenta a execução de um processo de revisão sistemática na literatura para análise dos fatores que influenciam o tempo gasto na atividade de desenvolvimento de requisitos. O resultado deste processo, reunido ao levantamento bibliográfico efetuado, nos permitiu elaborar a proposta apresentada na Seção 5.

IV. PROCESSO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão sistemática foi realizada com base no processo de revisões sistemáticas definido por (Kitchenham, 2004), com o objetivo de identificar os fatores que influenciam o tempo despendido na realização da atividade de desenvolvimento de requisitos (*Research Question*).

Para realização desta revisão procurou-se examinar todos os artigos que abordam assuntos relacionados a estimativas e componentes ou características do processo de desenvolvimento de requisitos de software (*Critério de Inclusão*).

Da pesquisa, foram excluídos os resultados que não tenham sido publicados em revistas e/ou livros especializados, em anais de congressos, conferências, simpósios, seminários ou que não sejam trabalhos (de conclusão de curso ou dissertações) de instituições devidamente reconhecidas (*Critério de Exclusão*). Buscou-se por artigos em inglês e português, disponíveis em bases de dados eletrônicas, com foco nas científicas: IEEEExplore, ACM Digital Library, entre outras, que de alguma forma abordam e/ou contribuem para a condução do processo em questão.

Para obtenção das publicações foram utilizados os seguintes critérios: inicialmente foi realizada uma revisão geral da literatura e/ou execução precedente do processo onde se buscou identificar artigos que possuíam termos (em inglês e português) relacionados ao assunto, a fim de que fosse obtido o conjunto de “*Keywords* (Palavras Chave)”, que seriam utilizadas na condução real do processo. De posse do conjunto de termos identificados o processo foi executado.

O argumento de pesquisa utilizado consistiu na combinação dos termos identificados em operações lógicas ou pesquisados mesmos de forma individual:

TABELA 1. LISTA DE PALAVRAS-CHAVE

Keyword (Palavras Chave)
1 - Effort Estimation; 2 - Software Effort Estimation; 3 – Requirements; 4 - Software Estimation; 5 - Requirement Complexity; 6 - Requirement Based Complexity; 7 - Software Complexity; 8 - Systematic Review Requirements Specification; 9 - Inspection os Requirements Specification; 10 - Effort Prediction Models; 11 - Estimativa de Tempo para Especificação de Requisitos; 12 - Esforço de Requisitos; 13 - Modelo de Requisitos; 14 - Estimativa de Esforço de Requisitos; 15 - Expressão de Requisitos

Os vários documentos retornados foram conferidos e incorporados ao conjunto de estudos primários de acordo com os critérios de inclusão e exclusão anteriormente definidos. Mediante avaliação, foi realizada a extração dos dados considerados relevantes e a síntese foi documentada na Tabela 2 conforme os seguintes itens:

- *Identificação do artigo*: identificador do artigo composto por um número seqüencial;
- *Título*: título do artigo identificado;
- *Fator*: fator e/ou característica identificada que possivelmente apresenta relação com o tempo despendido na atividade de desenvolvimento de requisitos;
 - *Análise da Influência do Fator*: análise da influência do fator dentro do processo de desenvolvimento de software, com base nas informações contidas no artigo selecionado;
 - *Informações Relevantes*: informações relevantes relacionadas ao artigo identificado, que podem contribuir para a condução do trabalho, como por exemplo, dados estatísticos;
- *Referência*: referência do local de identificação do artigo;
- *Forças e fraquezas*: análise pessoal relativa à execução do processo de revisão sistemática.

TABELA 2. SÍNTESE DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Síntese dos Dados Extraídos da Revisão Sistemática					
Id	Título	Fator	Análise da Influência (Fator)	Informações Relevantes	Referência
1	An Experiment to Observe the Impact of UML Diagrams on the Effectiveness of Software Requirements Inspections	II – Modelagem; IX - Notação (no caso UML); XIV - Experiência dos envolvidos	Os pesquisadores analisaram o impacto da utilização de diagramas de UML em SRS sobre a eficácia individual e taxa do defeito de informação durante a inspeção, além da incapacidade relatada pelos indivíduos. Os resultados mostraram que os inspetores apresentaram mais incapacidade quando examinam o documento sem diagramas UML. Os indivíduos possuíam pouca experiência com a realização da atividade, originando a necessidade de realização de treinamentos. Eles foram previamente treinados e apresentaram experiência em engenharia de software, desenvolvendo diagramas UML e documentos de escrita SRS. Os artefatos utilizados no estudo são encurtadas versões de projetos reais, e foram apresentadas informações sobre o impacto da inclusão desses diagramas em documentos SRS.	-	(ALBAYRAK, 2009)
2	Applying Moving Windows to Software Effort Estimation	VI - Base Histórica	Um fator a ser considerado é o projeto de idade: é melhor utilização de toda a história de projetos passados, ou a utilização de janela de projetos mais recentes? Neste trabalho é proposta uma importante comparação entre a seleção de um conjunto de projetos concluídos e a estimativa utilizando a sequência cronológica dos projetos. Um modelo de estimativa separada é construído para cada projeto em ordem cronológica: o conjunto de teste é projeto único que deve ser estimado. Em particular a utilização de projetos recentes apresentou melhor resultado, enquanto os projetos passados se tornam menos relevantes ao longo do tempo.	-	(LOKAN, 2009)
3	How Effective is Tabu Search to Configure Support Vector Regression for Effort Estimation?	XIV - Número e experiência dos envolvidos; VIII - Reutilização dos Recursos	Investigação do uso de uma técnica de otimização em combinação com SVR (Support Vector Regression) para a seleção de um subconjunto adequado de parâmetros a serem utilizados para esforço de estimativa. Dentro deste contexto foram avaliadas variáveis com 'número de desenvolvedores do projeto', 'experiência da equipe', 'número de recursos utilizados', etc. Fatores estes que podem apresentar reflexos	-	(CORAZZA, MARTINO, FERRUCI, GRAVINO, SARRO, MENDES, 2010)

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

			no tempo despendido durante a realização da atividade de especificação de requisitos.		
4	The Role of the Measure of Functional Complexity in Effort Estimation	V - Complexidade	O uso da medida da complexidade melhora substancialmente a precisão da montagem da estimativa.	-	(LAVAZZA, ROBILOLO, 2010)
5	Software Effort Estimation Based on Weighted Fuzzy Grey Relational Analysis	II - Base Histórica; XIV - Fator Humano (Experiência); XII - Variedade de Ambientes (Desenvolvimento)	Apresentação de um modo de utilização de um método formal com os dados de um projeto anterior para a obtenção de uma nova estimativa. Estimar o esforço do projeto provavelmente com alta precisão ainda é um problema não resolvido em grande parte dos casos. Esse problema reside no fato de que a estimativa de esforço de software é um processo complexo devido ao número de fatores envolvidos, incluindo o fator humano, a complexidade de dimensionar o produto de software e à variedade de ambientes de desenvolvimento.	-	(AZZEH, NEAGU, COWLING, 2009)
6	The Need for Effort Estimation Models for Open Source Software Projects	XVIII - Tamanho do Sistema; V - Complexidade; XII - Ambiente (Novas Tecnologias); XIV - Produtividade (Experiência do Pessoal)	Na construção e concepção de sistemas complexos, esforço/modelos de estimativa pode ser uma tarefa difícil devido às seguintes razões: tamanho do sistema (que nunca foi construído antes), novas tecnologias, a produtividade do pessoal.	-	(ASUNDI, 2005)
7	An Empirical Analysis of Software Effort Estimation with Outlier Elimination	VI - Base Histórica	A qualidade dos dados de software é um dos fatores importantes que afetam a precisão da estimativa de esforço.	-	(SEO, YOON, BAE, 2008)
8	Phase Distribution of Software Development Effort	VII - Ciclo de Desenvolvimento (Vida); XII - Ambiente (Tipo de Desenvolvimento); XVIII - Tamanho do Software; XIV - Tamanho da Equipe (Experiência)	O esforço padrão de distribuição e as fontes de variação são apresentados, e o resultado da análise mostra alguma consistência no efeito de tamanho de software e o tamanho da equipe, entre outros, realizando comparações com recomendações do modelo COCOMO. Examina as relações entre os padrões de distribuição e alguns fatores importantes, incluindo ciclo de desenvolvimento, tipo de desenvolvimento, tamanho do software, e o tamanho da equipe. Distinção da fase de distribuição do esforço avaliando semelhanças e diferenças.	-	(YE, HE, WANG, BOEHM, 2008)
9	Software Test Effort Estimation	XIV - Experiência dos envolvidos; VI - Base	Ênfase sobre fatores humanos em estimativa de esforço. Afirma que a melhor abordagem para avaliar a incerteza da estimativa de esforço	-	(KUSHWAHA, MISRA, 2008)

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

		Histórica; I - Informação	depende de muitos fatores, como por exemplo, a habilidade dos estimadores, a disponibilidade de informações sobre projetos anteriores, o tipo de informação disponível sobre o projeto a ser estimado, etc. A variedade de fatores significa que a pesquisa empírica dificilmente poderia ser esperada para fornecer as leis gerais que regem a avaliação da incerteza das estimativas de esforço.		
10	Effort Estimation of Use Cases for Incremental Large-Scale Software Development	I - Casos de Uso (Nível de Detalhe das Informações)	Os casos de uso podem prever o esforço necessário para realizar um sistema, mas o desafio é definir regras que conta para o nível de detalhe em casos de uso e como estimar esforço quando O software é atualizado de forma incremental.	-	(MOHAGHEGHI, ANDA, CONRADI, 2005)
11	Fit Data Selection for Software Effort Estimation Models	VI - Base Histórica	Proposta de um método para seleção de projetos como um ajuste de dados a partir de um determinado conjunto de dados de projeto com base na estimativa característica do alvo. De um modo geral, para construir um modelo melhor, os dados utilizados devem conter projetos similares de ambientes de desenvolvimento, processos ou domínios de aplicação são os mesmos.	-	(TODA, MONDEN, MATSUMOTO, 2008)
12	Requirement phase effort estimation using software metrics	V - Complexidade	Este trabalho usa como base o modelo fuzzy para avaliar a complexidade da fase de requisitos usando métricas. Então, usa-se um vetor modelo de precisão baseado esforço para estimar o esforço da fase, considerando a complexidade identificada da fase de requisitos (usando métricas).	-	(DHAVACHELVAN, 2010)
13	Towards an Early Software Effort Estimation Based on Functional and Non-Functional Requirements	III - Artefatos; I - Detalhamento das Informações; XVIII - Tamanho	Abordagem flexível, mais sistemática da estimativa de esforço precoce baseada em requisitos (F e NF) - ontologia. Usa modelo complementar de medição padrão funcional de tamanho e uma técnica de regressão linear (apresenta estudo de caso).	-	(KASSAB, DANEVA, ORMANDJIEVA, 2009)
14	Natural language based component extraction from requirement engineering document and its complexity analysis	V - Complexidade; XI - Ferramenta de Automatização	Os sistemas estão cada vez mais complexos tornado evidente que os seus objetivos podem não ser facilmente compreendidos. Daí a necessidade de análise mais rigorosa a exigência surge. O analista tem obrigação de identificar os requisitos, utilizando diferentes métodos como entrevistas, brainstorming, FAST (facilitada especificações técnicas de aplicação), desdobramento da função qualidade, casos de uso etc Para ultrapassar estas questões, este trabalho propõe objeto baseado sistema semi-automático que categorizam os requisitos e ainda identifica o componente com base em documento de requisitos de engenharia em uma biblioteca de componentes e novas análises da	-	(SHARMA, KUSHWANA, 2011)

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

			complexidade dos componentes e sua utilização.		
15	On the generation of requirements specifications from software engineering models: A systematic literature review	XI - Ferramenta de Automatização	Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura relacionada à geração de especificações de requisitos textual a partir de modelos de engenharia de software. [...] Os requisitos textuais são gerados a partir de modelos de forma automática ou monitorados de perto, o esforço de especificar os requisitos é reduzido e a integralidade da especificação e da gestão da rastreabilidade de requisitos são melhorados.	-	(NICOLAS, TOVAL, 2009)
16	Medição de Pontos por Função a Partir da Especificação de Requisitos	IX - Notação Utilizada; III - Artefatos; X - Utilização de Templates; VI - Base Histórica	Proposta para medição de Pontos de Função a partir da especificação de requisitos expressa em casos de uso, notação UML. Enfatiza a importância da especificação de requisitos para o trabalho de medição de sistemas, minimizando o esforço dos líderes de projeto. Verifica-se que caso de uso e pontos por função podem ser usados em conjunto efetivamente para alcançar sucesso no gerenciamento dos requisitos e do projeto. Ressalta a utilização de bases históricas como fator para melhora de produtividade, além de mencionar que o desenvolvimento de Diagramas de Caso de Uso requer que a equipe de desenvolvimento de software dedique mais tempo nos estágios iniciais do plano de desenvolvimento e garanta que os requisitos sejam completos, rastreados e bem documentados.	Proposta de medição em mais 120 projetos da organização e verificada a exatidão das estimativas realizadas nas pontuações dos diversos projetos na fase de requisitos.	(TAVARES, CARVALHO, CASTRO, 2002)
17	É impossível substituir processos de Engenharia de Requisitos por Contagem de Pontos de Função?	XIV - Experiência do Analista de Negócios; XV - Utilização de um Processo (Diretriz)	O esforço e o custo do retrabalho são maiores do que os investimentos em engenharia de requisitos, buscando desenvolver o projeto certo da primeira vez. Assim, torna-se importante desenvolver métodos atrativos para implantação das atividades da engenharia de requisitos que motivem a indústria a investir em um processo completo de engenharia de requisitos. Após a leitura dos documentos de requisitos, é gerada uma estimativa inicial do tamanho do projeto. De posse da estimativa inicial e da lista de requisitos potenciais, realiza-se uma entrevista com o analista de negócios do projeto afim de que sejam validados os requisitos e identificadas melhorias para o refinamento da especificação de requisitos, devido aos requisitos omissos, incompletos e inconsistências encontrados.	40% a 60% de todos os problemas encontrados em um projeto são causados por falhas no processo de requisitos.	(HAZAN, BERRY, LEITE, 2005)
18	Pontos de Função ou Pontos Por Caso de Uso? Como estimar projetos	X - Utilização de Templates; VIII - Reutilização de	A obtenção de estimativas confiáveis de esforço exige a padronização dos estilos de artefatos de especificação de requisitos (casos de uso).	-	(AGUIAR, 2003)

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

	orientados a objetos	Artefatos			
19	Uma abordagem para a Transformação Automática do Modelo de Negócio em Modelo de Requisitos	XI - Ferramenta de Automatização (Utilização de alguma técnica)	Técnica para mapeamento de processos em casos de uso e para o mapeamento de termos em classes de domínio, possibilitando a transformação do modelo de negócio em modelo de requisitos de forma automática, diminuindo o tempo gasto na especificação do sistema de informação.	-	(DIAS, MORGADO, OSCAR, SILVEIRA, ALENCAR, LIMA, SCHMITZ, 2006)
20	Especificação de Requisitos: Uma Introdução	X - Utilização de Templates	Em função da importância do documento de especificação de requisitos dentro do processo de desenvolvimento de software, torna-se necessário que sejam determinados padrões/templates com o objetivo de melhorar a qualidade deste artefato (melhor compreensão e legibilidade), evitando o surgimento de problemas e erros.	-	(TURINE, MASIERO, 1996)
21	Em busca de um modelo de referência para engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software	XIII - Conhecimento do Domínio (quem forneceu os requisitos); XVII - Cultura; XV - Utilização de Padrões (Templates)	Apresentação de um modelo de referência para engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software. O autor destaca a importância da participação dos clientes no processo de engenharia de requisitos, e afirma que, de forma direta este envolvimento vai influenciar a qualidade do documento de especificação (neste contexto por exemplo, pode-se lidar com clientes de diferentes culturas, etc, onde torna-se visível esta relação), além de mencionar sobre a necessidade de padronização dos documentos envolvidos no processo (utilização de padrões). O processo é mais efetivo quando os envolvidos participam ativamente do processo de requisitos. O recrutamento de especialistas podem auxiliar na produção de uma especificação de requisitos com qualidade.	Os grupos classificados como baixa performance tenderam a reclamar mais sobre a falta de participação dos engenharia de requisitos (56% dos membros do grupo). Os grupos classificados como alta performance registraram menor volume de reclamações (12% dos membros do grupo).	(LOPES, AUDY, 2003)
22	Uma Abordagem Baseada em Gestão do Conhecimento para Gerência de Requisitos em Desenvolvimento Distribuído de Software	XV - Processo de Desenvolvimento de Software; X - Utilização de Templates; XVII - Cultura; XVI - Idioma	O autor ressalta que, dependendo do processo de software utilizado, os requisitos de software podem ser documentados de forma distinta. Ele cita, que o RUP, por exemplo, utiliza como artefatos em seu workflow de gerenciamento de requisitos o documento visão (Vision), o modelo de casos de uso (Use Case Model) e a especificação suplementar (Supplementary Specification). Fatores como diferenças culturais e de idioma dificultam o processo de engenharia de requisitos.	-	(ESPINDOLA, LOPES, PRIKLADNICKI, AUDY, 2005)
23	Livro: Engenharia de Software	III - Artefatos; V - Complexidade do Sistema; I - Nível de	Mitos do Cliente: Especificação Mito: Uma declaração geral dos objetivos é suficiente para se começar a escrever programas – podemos preencher os detalhes mais tarde. □ Realidade: Uma	-	(PRESSMAN, 2006)

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

		Detalhamento das Informações	definição inicial ruim é a principal causa de fracasso dos esforços de desenvolvimento de software. Uma descrição formal e detalhada do domínio da informação, função, desempenho, interfaces, restrições de projeto e critérios de validação é fundamental. Essas características podem ser determinadas somente depois de cuidadosa comunicação entre o cliente e o desenvolvedor e o nível de detalhamento dessas informações pode variar conforme necessidade (complexidade do sistema).		
24	Livro: Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões.	IV - Instabilidade dos Requisitos	A instabilidade dos requisitos costuma ter custo muito alto; geralmente significa perder trabalho já feito, desfazer algumas coisas e remendar outras. Na engenharia de software, a instabilidade dos requisitos é tão danosa quanto nas outras engenharias. Quando se muda a planta de um edifício durante a construção, geralmente é preciso desfazer parte do que já foi construído, e o remendo raramente é satisfatório.	-	(FILHO, 2003)
25	Uma proposta para processo de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software	IX - Notação Utilizada; XII - Ambiente; XVII - Cultura; XIII - Conhecimento do Domínio (quem forneceu os requisitos); XV - Utilização de Padrão / Modelo de Qualidade	A engenharia de requisitos, por ser um processo que exige grande volume de comunicação e compreensão, sofre influência direta de fatores como linguagem, contexto e cultura. A necessidade de padronização e coordenação dos esforços no desenvolvimento distribuído de software levou as empresas a buscar modelos de qualidade como o SW-CMM (Capability Maturity Model).	-	(LOPES, MAJDENBAUM, AUDY, 2003)
Forças e Fraquezas:					
<p>A - Existem poucos ou são inexistentes na literatura artigos que abordam estimativas, especificamente para a fase de requisitos do projeto;</p> <p>B - A leitura de artigos em idioma diferente do nativo do pesquisador funciona como fator dificultador para realização da pesquisa em alguns casos;</p> <p>C - Algumas bases de dados disponibilizam a visualização do artigo completo somente mediante identificação prévia/pagamento;</p> <p>D - O processo de revisão sistemática amplia consideravelmente o escopo de conhecimento do pesquisador em relação ao assunto abordado.</p>					

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

As informações obtidas na revisão sistemática foram criteriosamente analisadas. Todos os estudos recuperados foram lidos e analisados, com objetivo de identificar os fatores que possivelmente influenciam o tempo despendido durante a realização da atividade de desenvolvimento de requisitos. Dos potenciais fatores identificados foi consolidada uma lista (eliminando a multiplicidade de termos para um mesmo conceito, a fim de que fosse definido um padrão).

TABELA 3. LISTA DE POTENCIAIS FATORES

Fatores
I – Nível de detalhe das informações; II – Modelagem; III – Artefatos gerados; IV – Estabilidade dos requisitos; V – Complexidade; VI – Base Histórica; VII – Ciclo de vida; VIII – Reutilização de artefatos; IX – Notação; X – Template de especificação; XI – Ferramenta de automatização; XII – Ambiente; XIII – Nível de Conhecimento da fonte de obtenção de requisitos; XIV - Experiência/Produtividade dos Analistas de Negócio/Requisitos; XV -Utilização de Diretriz/Processo de Orientação; XVI – Idioma; XVII – Cultura; XVIII – Tamanho do Sistema.

Baseado em técnicas de estimativas de esforço existentes (Veenendaal e Dekkers, 1999), os fatores identificados e analisados foram agrupados em dois conjuntos: A) *Fatores de Projeto*: que consistem nos fatores que influenciam diretamente a realização da atividade de desenvolvimento de requisitos, e; B) *Fatores de Ajuste (ou Ambiental)*: que

compreendem os fatores que apresentam reflexo sobre o processo de realização da atividade em questão.

Com o objetivo de identificar a relação entre os fatores em destaque e a atividade de desenvolvimento de requisitos, foram extraídas do conjunto de fatores definidos algumas classificações ou questões e, propostas listas de possíveis atributos ou respostas para a proposta da técnica, conforme documentado na Tabela 4.

O primeiro fator identificado na revisão sistemática foi o “Nível de detalhamento das informações”. Com o propósito de que a avaliação/análise deste fator fosse efetuada de maneira mais focada e adequada, o fator foi subdividido em dois: casos de uso de regra de negócio.

Um dos fatores identificados na revisão sistemática como influenciador do esforço de desenvolvimento de requisitos foi o tamanho do projeto (Fator XVIII na Tabela 3). Conforme (Filho, 2003), o tamanho do projeto serve como ponto de partida do planejamento, normalmente medido em pontos de função. Neste trabalho, consideramos este fator como entrada fornecida pelo usuário para realização das atividades subsequentes de estimativa, logo não foram propostos critérios de classificação para ele.

TABELA 4. AGRUPAMENTO E LISTA DE RESPOSTAS EM RELAÇÃO AOS FATORES

ANÁLISE DOS FATORES	
A) FATORES DE PROJETO	
I - FATOR	II - Opções de Resposta
Casos de Uso	Casos de uso identificados
	Casos de uso detalhados
	Não são identificados nem detalhados casos de uso
Regra de Negócio	Regra de negócio identificada
	Regra de negócio detalhada
	Não são identificadas nem detalhadas regras de negócio
Modelagem	Será realizada modelagem de todos os requisitos
	Será realizada modelagem de parte dos requisitos
	Não será realizada modelagem de requisitos
Artefatos	Modelo de Casos de Uso
	Especificação de Requisitos Suplementares (não funcionais e requisitos que não estão associados com um caso de uso específico)

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

	Glossário
	Especificação de Requisitos de Software
	Documento de Visão
	Documento de Arquitetura de Software
	Modelo de Análise (Classes e Relacionamentos)
Instabilidade dos Requisitos	Alta
	Média
	Baixa
Complexidade	Alta
	Média
	Baixa

B) FATORES DE PROJETO	
I - FATOR	II - Opções de Resposta
Base Histórica	Haverá utilização de base histórica para realização da atividade de especificação de requisitos
	Não haverá utilização de base histórica para realização da atividade de especificação de requisitos
Ciclo de Vida	Codifica - Remenda
	Cascata
	Cascata com Realimentação
	Espiral
	Prototipagem Evolutiva
	Entrega Evolutiva
Reutilização de Artefatos	Haverá reutilização de todos os artefatos para realização da atividade de especificação de requisitos
	Haverá reutilização de alguns artefatos para realização da atividade de especificação de requisitos
	Não haverá reutilização de artefatos para realização da atividade de especificação de requisitos
Notação	Será utilizada notação gráfica (Ex.: UML, BPMN)
	Não será utilizada notação gráfica
	Não será utilizado nenhum tipo de notação
Template de Especificação	Há templates para todos os artefatos da especificação de requisitos
	Há templates para parte dos artefatos da especificação de requisitos
	Não há templates para os artefatos da especificação de requisitos
Ferramenta de Automatização	Será utilizada ferramenta de automatização para a fase de especificação de requisitos
	Não será utilizada ferramenta de automatização para a fase de especificação de requisitos
Ambiente	Existe necessidade de realização de prova de conceito para verificação da viabilidade dos os requisitos NF

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

	Não existe necessidade de realização de prova de conceito para verificação da viabilidade de requisitos NF
Fonte de Obtenção de Requisitos	Iniciante
	Conhecedor
	Especialista
Experiência/Produtividade dos Analistas de Negócios/Requisitos	Baixa: Junior (até 2 anos de experiência)
	Média: Pleno (de 2 a 4 anos de experiência)
	Alta: Senior (acima de 4 anos de experiência)
Utilização de Diretriz/Processo de Orientação	Sim
	Não
Se Sim, quais?	Processo Prescritivo
	Processo Ágil
	Modelo de Capacitação (Ex.:CMMI, MPS-Br)
Idioma	Sim, será utilizado idioma diferente do nativo do especificador
	Não será utilizado idioma diferente do nativo do especificador
Cultura	Sim, existem restrições culturais
	Não existem restrições culturais

V. A TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS PROPOSTA

A APR (Análise de Pontos de Requisitos) consiste na proposta de uma medida de tamanho de requisitos para geração de previsões de esforço e estimativas de tempo durante a fase de desenvolvimento de requisitos de software do projeto. O objetivo é que, mediante validação, esta técnica seja evoluída e utilizada para estimar o esforço das atividades compreendidas por esta fase.

Para possibilitar a realização desta análise, também baseado em técnicas de estimativas já existentes (Veenendaal e Dekkers, 1999), avaliou-se o padrão (o mínimo esperado) em relação aos fatores a fim de que a variação desta influência fosse verificada com base neste parâmetro definido. Se considerarmos, por exemplo, o fator ‘Template de Especificação’ para análise da utilização de algum template para geração dos artefatos durante a fase de especificação de requisitos, é possível observar que, normalmente as empresas possuem templates para parte dos artefatos gerados. Ou seja,

considerando que esta opção represente de forma mais adequada o contexto mediano das organizações, as demais opções sofreram variação com base neste parâmetro referência. Assim, a opção “Há templates para todos os artefatos da especificação de requisitos” foi considerada inversamente proporcional ao esforço (diminui o tempo), e a opção “Não há templates para os artefatos da especificação de requisitos”, diretamente proporcional (aumenta o tempo despendido).

A síntese desta análise foi documentada na Tabela 06 (coluna III – Influência) de acordo com os seguintes itens: Fator; Opções de Resposta (conforme proposta apresentada em seções anteriores); Influência, onde: P – representa o padrão (mínimo que se espera das organizações); A – representa a relação de aumento do tempo gasto; e D – representa a diminuição do tempo despendido.

Para elaboração da proposta inicial da técnica foi considerada a distribuição de esforço pelas principais atividades do processo de desenvolvimento sugeridas por (Pressman ,2006), conforme Tabela 5.

TABELA 5. DISTRIBUIÇÃO DE ESFORÇO PELAS PRINCIPAIS ATIVIDADES DO PROCESSO DE SOFTWARE

Planejamento	Especificação e Análise de Requisitos	Projeto	Implementação	Teste e Entrega
Até 3%	De 10 a 25%	De 20 a 25%	De 15 a 20%	De 30 a 40%

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

De acordo com o autor, a fase de requisitos deve compreender de 10 a 25% do esforço total do projeto, e esta proporção foi utilizada como base para proposta da seguinte fórmula:

$$PR = (0,1 + FP) * T + (FA * T)$$

- Onde: *PR* – representa a quantidade de ‘Pontos de Requisitos’ identificados para o projeto em questão; *0,1* – é uma constante que representa o mínimo de esforço de requisitos exigido para o projeto; *FP* – consiste no somatório dos pesos referentes aos fatores de projeto; *FA* – compreende o somatório dos pesos referentes aos fatores de ajuste (ambientais); e *T* – define o tamanho do projeto em PF (Pontos de Função).
- Restrições: Considerando que a fórmula foi proposta com base na distribuição de esforço sugerida por Pressman (2006), o resultado é limitado entre o percentual de requisitos: 10 e 25%; A técnica está condicionada à existência da contagem de PF.
- Premissas: O projeto em questão já foi aprovado; Existe um escopo preliminar (que não chega a ser

considerado um documento de visão); Existe disponível a informação sobre o tamanho estimado do projeto; O usuário deseja fazer o mínimo de atividades relacionadas ao desenvolvimento de requisitos.

Como não foi possível identificar por meio da revisão literária efetuada, a proporção de influência que cada fator exerce sobre as atividades que implicam o desenvolvimento de requisitos. Logo, o estabelecimento de pesos foi efetuado conforme documentado na Tabela 04 (coluna IV – Pesos), ainda obedecendo ao limite apresentado anteriormente (10 e 25%), com base em experiência na realização da atividade, além de opinião de especialistas (profissionais atuantes na área), conforme informações coletadas de maneira informal durante a realização deste trabalho.

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

TABELA 6. PROPOSIÇÃO DE INFLUÊNCIA E PESO EM RELAÇÃO AOS FATORES

ANÁLISE DOS FATORES			
A) FATORES DE PROJETO			
I - FATOR	II - Opções de Resposta	III - Influência	IV - Pesos
Casos de Uso	Casos de uso identificados	P	0,005
	Casos de uso detalhados	A	0,009
	Não são identificados nem detalhados casos de uso	D	0
Regra de Negócio	Regra de negócio identificada	P	0,005
	Regra de negócio detalhada	A	0,009
	Não são identificadas nem detalhadas regras de negócio	D	0
Modelagem	Será realizada modelagem de todos os requisitos	A	0,009
	Será realizada modelagem de parte dos requisitos	P	0,004
	Não será realizada modelagem de requisitos	D	0
Artefatos	Modelo de Casos de Uso	A	0,004
	Especificação de Requisitos Suplementares (não funcionais e requisitos que não estão associados com um caso de uso específico)	A	0,003
	Glossário	A	0,001
	Especificação de Requisitos de Software	P	0,004
	Documento de Visão	A	0,004
	Documento de Arquitetura de Software	A	0,004
	Modelo de Análise (Classes e Relacionamentos)	A	0,004
Instabilidade dos Requisitos	Alta	A	0,01
	Média	P	0,006
	Baixa	D	0,003
Complexidade	Alta	A	0,02
	Média	P	0,015
	Baixa	D	0,01

B) FATORES DE PROJETO			
I - FATOR	II - Opções de Resposta	III - Influência	IV - Pesos
Base Histórica	Haverá utilização de base histórica para realização da atividade de especificação de requisitos	P	0
	Não haverá utilização de base histórica para realização da atividade de especificação de requisitos	A	0,005
Ciclo de Vida	Codifica - Remenda	A	0,005

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

	Cascata	A	0,0041
	Cascata com Realimentação	P	0,004
	Espiral	A	0,0043
	Prototipagem Evolutiva	A	0,0045
	Entrega Evolutiva	A	0,0047
Reutilização de Artefatos	Haverá reutilização de todos os artefatos para realização da atividade de especificação de requisitos	D	-0,004
	Haverá reutilização de alguns artefatos para realização da atividade de especificação de requisitos	P	0
	Não haverá reutilização de artefatos para realização da atividade de especificação de requisitos	A	0,006
Notação	Será utilizada notação gráfica (Ex.: UML, BPMN)	P	0
	Não será utilizada notação gráfica	A	0,006
	Não será utilizado nenhum tipo de notação	D	0,009
Template de Especificação	Há templates para todos os artefatos da especificação de requisitos	D	-0,003
	Há templates para parte dos artefatos da especificação de requisitos	P	0
	Não há templates para os artefatos da especificação de requisitos	A	0,008
Ferramenta de Automatização	Será utilizada ferramenta de automatização para a fase de especificação de requisitos	D	-0,005
	Não será utilizada ferramenta de automatização para a fase de especificação de requisitos	P	0
Ambiente	Existe necessidade de realização de prova de conceito para verificação da viabilidade dos os requisitos NF	A	0,008
	Não existe necessidade de realização de prova de conceito para verificação da viabilidade de requisitos NF	P	0
Fonte de Obtenção de Requisitos	Iniciante	A	0,006
	Conhecedor	P	0
	Especialista	D	-0,003
Experiência/Produtividade dos Analistas de Negócios/Requisitos	Baixa: Junior (até 2 anos de experiência)	A	0,007
	Média: Pleno (de 2 a 4 anos de experiência)	P	0
	Alta: Senior (acima de 4 anos de experiência)	D	-0,0035
Utilização de Diretriz/Processo de Orientação	Sim	P	0
	Não	A	0,007
Se Sim, quais?	Processo Prescritivo	P	0,001
	Processo Ágil	D	0,0005
	Modelo de Capacitação (Ex.:CMMI, MPS-Br)	A	0,0005
Idioma	Sim, será utilizado idioma diferente do nativo do especificador	A	0,004
	Não será utilizado idioma diferente do nativo do especificador	P	0
Cultura	Sim, existem restrições culturais	A	0,004
	Não existem restrições culturais	P	0

VI. RESULTADOS

Para validação do trabalho proposto, foram realizados alguns estudos de caso em uma empresa privada do setor de TI, em Belo Horizonte. A empresa estudada é reconhecida por ser uma empresa que prima pela excelência no desenvolvimento de soluções de software e de serviços, além de trazer consigo a solidez e expertise de uma organização atuante desde 1970. Esta empresa foi avaliada como nível de maturidade 3 do modelo CMMI.

A empresa realiza estimativas da fase de requisitos dos projetos, na maioria dos casos, utilizando uma base histórica, mas não há uso de uma técnica de estimativa de esforço específica para requisitos. A empresa ainda apresenta divergências em relação ao tempo realmente gasto na realização desta atividade.

O resultado fornecido com a aplicação da técnica consiste na quantidade de PR (Pontos de Requisitos) compreendidos pelo projeto em questão. A análise da técnica proposta foi realizada comparando-se o esforço estimado usando Pontos de Requisitos com os valores reais obtidos em alguns projetos. Dois valores de esforço estimado foram derivados dos Pontos de Requisitos:

- Usando produtividade da empresa: Produtividade é calculada como a média da divisão do esforço real pelo tamanho real do
- software em todos os projetos analisados. Representa o tempo médio gasto para produzir

- cada unidade de tamanho baseado em informações históricas. It represents the average time spent to produce each size unit calculated based on historical data. Estes valores são representados na Tabela 7 – coluna “APR Estimado – Produtividade”;
- Usando Pontos de Requisitos como uma porcentagem do esforço total do projeto. Neste caso, calcula-se qual porcentagem os pontos de requisitos representam to número total de pontos de função. Então, multiplica-se esta porcentagem pelo número total de pontos de função estimado já calculado pela empresa. Este cálculo considera o uso da base histórica da organização. Estes valores estão representados na Tabela 7 na coluna “APR Estimado – Base Histórica”.

A técnica proposta, para estimativa do tempo gasto durante as atividades de desenvolvimento de requisitos foi aplicada em 5 projetos desta organização, e os estudos contaram com a participação de analistas que exerceram o respectivo papel nos projetos selecionados, a fim de que pudessem ser avaliados os resultados obtidos além das possíveis dificuldades identificadas durante a execução do processo sugerido.

TABELA 7. DIVERGÊNCIA ENTRE ESTIMADO E ESFORÇO REALIZADO

Projetos	Tamanho em pontos de função	Esforço total em horas	Requisitos			
			Estimado	APR Estimado		Realizado
	Estimado	Produtividade		Base Histórica		
Projeto A	967	5198:29	371:35	579:13	912:20	740:33
Projeto B	507	3046:57	264:35	286:23	504:16	395:12
Projeto C	1400	3597:01	251:40	807:31	607:53	475:36
Projeto D	1080	2820:03	271:16	545:32	417:22	1112:15
Projeto E	1402	2229:21	142:56	727:19	338:51	218:25

O projeto A tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema que permita a definição de critérios de comissão/premiação a funcionários com o maior número de variáveis possíveis, possibilitando a implantação da política de comissão da empresa.

O número total de pontos de requisitos para o projeto A alcançado pela técnica proposta foi igual a 169,71. Multiplicando este valor pela produtividade da organização, destacada na Figura 1, obtivemos a estimativa de 579:13:51hs (169,71*03:24:47). A estimativa (original) efetuada pela empresa foi de 5198:29:00hs. Baseado no percentual de requisitos (de 17,6%) obtido através da aplicação da APR, foi alcançada

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

a estimativa de 912:20:31hs (5198:29:00*0,176). O tempo estimado pela organização para realização das atividades relacionadas à requisitos foi igual a 371:35:00hs, enquanto o total de horas gastas (Realizado) para executar essa atividade foi igual a 740:33:00hs.

O projeto B teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema que possibilite o registro de todo o trânsito (entrada e saída) de qualquer veículo pela portaria de uma concessionária.

O projeto C tem como objetivo a implementação de um sistema que atenda o processo de controle de visitas ao cliente frotista, além do controle de sua frota e

visitas dos vendedores aos clientes, na intenção de venda de veículos novos e seminovos.

O projeto D consiste no desenvolvimento de um sistema integrado a outros módulos, que permite o controle e acompanhamento das peças solicitadas através de atendimentos/orçamentos, o planejamento de ações de venda, o acompanhamento de peças e solicitações de

compra e a consulta detalhada dos itens do estoque, das promoções e premiações.

O projeto E consiste no desenvolvimento de um sistema que permita o cadastramento das ferramentas utilizadas na oficina de veículos, o registro de aquisições e baixas de ferramentas, o controle dos empréstimos e devoluções e o inventário das mesmas.

A. Análise dos Resultados

Em todos os estudos, foi aplicada a técnica inicial de estimativa de requisitos proposta. Os resultados foram parcialmente satisfatórios na maioria dos casos, pois alcançaram estimativas mais próximas do esforço realizado, em comparação às estimativas realizadas originalmente pela organização. No entanto, as divergências entre os resultados estimados e reais são ainda significativas. A Tabela 8 resume os dados coletados para os projetos.

TABELA 8. DIVERGÊNCIA PERCENTUAL ENTRE ESTIMADO E REALIZADO

Esforço Estimado X Realizado			
<i>Projeto</i>	<i>Estimativa Original (empresa)</i>	<i>APR - Produtividade</i>	<i>APR – Base Histórica</i>
Projeto A	49.82%	21.78%	-23.20%
Projeto B	33.05%	27.53%	-27.60%
Projeto C	47.08%	-69.79%	-27.82%
Projeto D	75.61%	50.95%	62.48%
Projeto E	34.56%	-233.00%	55.14%

Os melhores resultados alcançados, ou seja, a menor diferença absoluta entre estimado e realizado é mostrada em negrito para cada projeto. Pode-se notar que 4 dos 5 projetos analisados apresentaram melhor estimativa com a técnica do que com a estimativa originalmente utilizada pela empresa.

Estes resultados mostraram que APR contribuiu para atingir estimativas mais precisas quando comparada com as estimativas atuais, entretanto, é necessário melhorar a técnica para se atingir estimativas ainda mais confiáveis e precisas.

VII. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Como as atividades compreendidas pelo desenvolvimento de requisitos apresentam características próprias e consistem na realização de atividades base para execução das subseqüentes do processo de desenvolvimento de software é necessário planejá-las

utilizando técnicas de estimativas de esforço específicas para esta etapa.

O objetivo deste trabalho foi a proposição de uma técnica de estimativa de requisitos, a fim de auxiliar a realização das estimativas durante esta fase do projeto foi alcançado. Além disso, este trabalho também contribuiu no sentido de fornecer informações sobre os fatores de influência em relação à execução da atividade de desenvolvimento de requisitos servindo, portanto, como fonte de informação para realização de trabalhos e pesquisas futuras nesta área.

Assim, como trabalhos futuros, pretende-se aplicar a técnica para avaliação e validação dos resultados obtidos, com objetivo de que a proposta seja evoluída e permita a eliminação das restrições iniciais possibilitando à obtenção de estimativas confiáveis, com baixo percentual de erro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Mauricio (2003). **Pontos de Função ou Pontos Por Caso de Uso? Como estimar projetos orientados a objetos.** Developer's Magazine, [S.1], v.7, n.77, jan. 2003.

ALBAYRAK, Ozlem (2009). **An experiment to observe the impact of UML diagrams on the effectiveness of software requirements inspections** - ESEM '09 Proceedings of the 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement IEEE Computer Society Washington, DC, USA.

ASUNDI, Jai (2005). **The Need for Effort Estimation Models for Open Source Software Projects** - Fifth Workshop on Open Source Software Engineering (5-WOSSE) May 17, 2005, St Louis, MO, USA and ACM SIGSOFT Software Engineering Notes Homepage Volume 30 Issue 4, July 2005 ACM New York, NY, USA.

AZZEH, Mohammad; NEAGU, Daniel; COWLING, Peter (2009). **Software effort estimation based on weighted fuzzy grey relational analysis** - PROMISE '09 Proceedings of the 5th International Conference on Predictor Models in Software Engineering ACM New York, NY, USA.

BELGAMO, Anderson; MARTINS, Luiz Eduardo Galvão (2000). **Estudo Comparativo sobre as Técnicas de Elicitação de Requisitos do Software.** In: XX Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), jun. 2000, Curitiba – Paraná: Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP.

CORAZZA, A.; MARTINO, S. Di; FERRUCCI, F.; GRAVINO, C.; SARRO, F.; MENDES, E (2010). **How effective is Tabu search to configure support vector regression for effort estimation?** - PROMISE '10 Proceedings of the 6th International Conference on Predictive Models in Software Engineering ACM New York, NY, USA.

DE MARCO, T. (1991) **Controle de projetos de Software** - Editora Campus.

DHAVACHELVAN, P.(2010). **Requirement phase effort estimation using software metrics** - ICWET '10 Proceedings of the International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology ACM New York, NY, USA.

DIAS, Felipe; MORGADO, Gisele; OSCAR, Pedro.; SILVEIRA, Denis.; ALENCAR, Antonio Juarez.; LIMA, Priscila., SCHMITZ, Eber (2006). **Uma Abordagem para a Transformação Automática do Modelo de Negócio em Modelo de Requisitos.** WER06 – Workshop em Engenharia de Requisitos .

DIESTE, Oscar. LOPEZ, Marta. RAMOS, Felicidad (2008). **Updating a Systematic Review about Selection of Software Requirements Elicitation Techniques.** WER08 – Workshop em Engenharia de Requisitos: Barcelona, Catalonia, Spain.

DIESTE, O. JURISTO, N (2008). **Systematic Review and Aggregation of Empirical Studies on Elicitation Techniques.** IEEE Transactions on Software Engineering.

DYBA, Tore., DINGSOYR, Torgeir (2008). **Empirical studies of agile software development: A systematic review.** *Inf. Softw. Technol.*, 50(9-10):833–859.

ESPINDOLA, Rodrigo.; LOPES, Leandro.; PRIKLADNICKI, Rafael.; AUDY, Jorge Luiz Nicolas (2005). **Uma Abordagem Baseada em Gestão do Conhecimento para Gerência de Requisitos em Desenvolvimento Distribuído de Software.** WER05 – Workshop em Engenharia de Requisitos.

FILHO, Wilson de Pádua Paula (2003). **Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões.** 2ª.ed. Rio de Janeiro: LTC.

HAZAN, Claudia; BERRY, Daniel M.; LEITE, Julio Cesar Sampaio do Prado (2005). **É possível substituir processos de Engenharia de Requisitos por Contagem de Pontos de Função?.** WER05 – Workshop em Engenharia de Requisitos.

KASSAB, Mohamed; DANEVA, Maya. ORMANDJIEVA, Olga (2009). **Towards an Early Software Effort Estimation Based on Functional and Non-Functional Requirements** - IWSM '09 /Mensura '09 Proceedings of the International Conferences on Software Process and Product Measurement Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

KITCHENHAM, B. A (2004). **Procedures for Performing Systematic Reviews.** Tech. report TR/SE-0401, Keele University.

KUSHWAHA, Dharmender Singh; MISRA, A. K (2008). **Software test effort estimation** - ACM SIGSOFT Software Engineering Notes archive Volume 33 Issue 3, May 2008 ACM New York, NY, USA.

LAVAZZA, Luigi; ROBILOLO, Gabriela (2010). **The role of the measure of functional complexity in effort estimation** - PROMISE '10 Proceedings of the 6th International Conference on Predictive Models in Software Engineering ACM New York, NY, USA.

LOKAN, Chris (2009). **Applying Moving Windows to Software Effort Estimation** - ESEM '09 Proceedings of the 2009 3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement IEEE Computer Society Washington, DC, USA.

LOPES, Leandro Teixeira.; AUDY, Jorge Luiz Nicolas (2003). **Em busca de um modelo de referência para engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software.** WER03 – Workshop em Engenharia de Requisitos.

LOPES, Leandro T.; MAJDENBAUM, Azriel.; AUDY, Jorge Luiz N (2003). **Uma proposta para processo de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software.** WER03 – Workshop em Engenharia de Requisitos.

MAFRA, Sômulo Nogueira. TRAVASSOS (2005). **Técnicas de Leitura de Software: Uma Revisão Sistemática.** Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software.

MOHAGHEGHI, P.; ANDA, B.; CONRADI, R (2005) **Effort estimation of use cases for incremental large-scale software development** - ICSE 2005. Proceedings. 27th International Conference on Software Engineering.

NETO, Arilo C. Dias (2007). **A Survey on Model-based Testing Approaches: A Systematic Review.** In WEASELTech, November 5.

NICOLAS, Joaquín; TOVAL, Ambrosio (2009). **On the generation of requirements specifications from software engineering models: A systematic literature review** – Journal Information and Software Technology archive Volume 51 Issue 9, September, 2009 Butterworth-Heinemann Newton, MA, USA.

PFLEEGER, S. L (2004). **Engenharia de software: teoria e prática. Identificando Requisitos.** 2ª.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

PRESSMAN, Roger S (2006). **Engenharia de software.** 6ª Edição, São Paulo: ed. McGraw-Hill.

SEO, Yeong-Seok.; YOON, Kyung-A; BAE, Doo-Hwan (2008). **An empirical analysis of software effort estimation with outlier elimination** - PROMISE '08 Proceedings of the 4th international workshop on Predictor models in software engineering ACM New York, NY, USA.

SHARMA, Ashish.; KUSHWANA, Dharmender Singh (2011). **Natural language based component extraction from requirement engineering document and its complexity analysis** – Newsletter ACM SIGSOFT Software Engineering Notes archive Volume 36 Issue 1, 2011, ACM New York, NY, USA.

PROPOSTA DE UMA TÉCNICA DE ESTIMATIVA PARA REQUISITOS

SOMMERVILLE, I. (2007). **Engenharia de Software** – 8ª. Edição; Ed. Addison Wesley.

SOUZA, Priscila Pereira de (2009). **Definição de um Processo de Teste de Software com Foco na Aplicação da Técnica de Estimativa de Esforço APT (Análise de Ponto de Teste)** – *CILAMCE 2009 : Iberian-Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering*.

TAVARES, Helena Cristina A. B.; CARVALHO, Ana Elizabete S.; CASTRO, Jaelson F. B. (2002) **Medição de Pontos por Função a Partir da Especificação de Requisitos**. WER02 – Workshop em Engenharia de Requisitos 2002.

TODA, Koji; MONDEN, Akito; MATSUMOTO, Ken-ichi (2008). **Fit data selection for software effort estimation models** - ESEM '08 Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement ACM New York, NY, U

TURINE, Marcelo Augusto Santos; MASIERO, Paulo Cesar (1996). **Especificação de Requisitos: Uma Introdução**. Universidade de São Paulo – São Carlos. São Carlos, 1996). Disponível em: <
http://www2.unemat.br/rhycardo/download/engenharia_de_requisitos.pdf>. Acessado em: Janeiro de 2011.

VAZQUEZ, Carlos Eduardo, SIMÕES, Guilherme Siqueira, ALBERT, Renato Machado (2003) **Análise de Pontos de Função: Medição, Estimativas e Gerenciamento de Projetos de Software** - 7ª Edição. 2003.

VEENENDAAL, Erik van, DEKKERS Ton (1999) **Test point analysis: a method for test estimation**, *Project Control for Software Quality*, Editors, Rob Kusters, Adrian Cowderoy, Fred Heemstra and Erik van Veenendaal. Shaker Publishing.

YE, Yang.; HE, Mei; LI, Mingshu; WANG, Qing; BOEHM, Barry (2008). **Phase distribution of software development effort** - Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement ACM New York, NY, USA October 9-10, 2008, Kaiserslautern, Germany.