

Avaliação do Processo de Engenharia de Requisitos em Empresas de Desenvolvimento de Software

Flávia Belintani Blum Haddad, Elias Canhadas Genvigir,
José Augusto Fabri, Alexandre L' Erário

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio

*flaviablum@gmail.com, elias@utfpr.edu.br, fabri@utfpr.edu.br,
lerario@utfpr.edu.br*

Resumo. A demanda, em ascensão, pela produção de softwares sob medida e softwares destinados a um mercado geral gera uma preocupação com a forma como os softwares são desenvolvidos. Neste contexto, os processos de software contribuem com a definição de atividades a serem executadas pelas equipes, em cada uma das fases de desenvolvimento conduzindo a produção de softwares a fim de atender às necessidades dos clientes, dentro do prazo e custos pré-estabelecidos. Pesquisas apontam que entre 40 a 60 por cento dos defeitos e falhas nos softwares são atribuídos a incorreta definição dos requisitos e que corrigir erros no sistema pronto pode ser até 100 vezes mais caro do que se a correção ou a prevenção ocorrer durante a fase que envolve a engenharia de requisitos e a implementação do sistema. Portanto, esta pesquisa se destinou ao estudo de processos de engenharia de requisitos em empresas de desenvolvimento de software, por meio de um estudo de caso único com múltiplas unidades de análise. Os processos de engenharia de requisitos atuais das empresas pesquisadas foram modelados e avaliados com o auxílio de um quadro de avaliação de maturidade de processo, Uni-REPM (*Unified Requirements Engineering Process Maturity Model*). Na sequência, foram apresentadas, às empresas, normas e modelos de referências, tais como CMMI-DEV (*Capability Maturity Model Integration for Development*), ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288 e o Guia de boas práticas em engenharia de requisitos (REGPG), para que pudessem conhecer e propor a inclusão de práticas ao processo atual. A análise dos dados após o enquadramento no Uni-REPM possibilitou verificar quantas ações são necessárias para que cada empresa alcance um nível de maturidade conforme dispõe o quadro de avaliação de maturidade de processos de requisitos utilizado. A relevância da pesquisa se caracteriza pela aplicação do quadro Uni-REPM, disponível na literatura científica atual, em processos reais de engenharia de requisitos, ou seja, esta pesquisa contribui para a aproximação da ciência e da indústria por se tratar de uma pesquisa aplicada, além da busca constante pela melhoria de processos de software.

Palavras Chave: Melhoria de processo de requisitos, Avaliação, Maturidade.

1 Introdução

Pesquisadores da área de Engenharia de Requisitos (ER) têm buscado evidências de que a melhoria dos processos de ER resulta em um efeito positivo no desenvolvimento do software [1][2][3][4]. Ellis e Berry [1] concluíram que um processo de ER eficaz melhora todo o ciclo de vida de desenvolvimento, podendo conquistar, inclusive, um produto final com qualidade, que atenda às necessidades do cliente e que tenha sido construído dentro dos prazos e custos previstos.

As fases de processo de desenvolvimento de software propostas na ER são conhecidas como fundamentais para obtenção do resultado esperado de um projeto [5][2][6]. No entanto, na prática, as atividades de ER muitas vezes não são utilizadas ou não são aplicadas de forma adequada [7].

O desenvolvimento de software, seja um software sob medida ou softwares voltados para o mercado, enfrenta desafios, especialmente desafios relacionados às atividades de engenharia de requisitos. Os problemas ocorrem na maioria das vezes pela falta de processos bem definidos, pelo mau uso de ferramentas e métodos para gerir as atividades que envolvem os requisitos e pelo pouco envolvimento do usuário [8][9], portanto, há uma necessidade da busca por melhoria nestes processos[10].

Existem várias estruturas na literatura que visam suprir as lacunas entre as atividades de engenharia de requisitos praticadas pelas empresas e as melhores práticas que podem ser introduzidas ao processo atual da empresa. Pode-se citar como exemplo o Guia de boas práticas (REGPG) [11] e o Modelo de maturidade de processo (REPM) [12]. Já os modelos de avaliação como o CMMI [13], as normas ISO/IEC 12207 [14], ISO/IEC 15288 [15], o MPS-BR (Modelo de processo de software brasileiro) [16] e o SPICE [17] abrangem a engenharia de requisitos, porém de uma forma mais superficial, pois estão voltados para todos os processos contidos no desenvolvimento de software.

Como as organizações de software necessitam implementar de forma contínua tecnologias inovadoras e melhores práticas visando aumentar suas capacidades no desenvolvimento de software [18], o primeiro passo para a melhoria do processo de software é avaliar o estado atual do processo utilizado na indústria de software [19].

A seção 2 deste artigo apresenta a base teórica para o desenvolvimento da pesquisa, na seção 3 é detalhada a metodologia da pesquisa, na seção 4 é descrito estudo de caso, coleta e manuseio dos dados, a seção 5 apresenta a análise e discussão dos dados e conclui-se este trabalho na seção 5.

1.1 Questões da pesquisa

Este artigo aborda a utilização de um modelo de avaliação de processo de ER aplicado em empresas de desenvolvimento de software da região norte do Paraná, para verificação da maturidade do processo de ER e apontamento de pontos de melhorias. Acredita-se que com a execução e conclusão deste trabalho, as empresas selecionadas terão seu conhecimento ampliado quanto à existência de atividades específicas da engenharia de requisitos e poderão programar, gradativamente, a inclusão destas atividades em seus processos. Cientificamente, o registro desta pesquisa quanto a forma

de aplicação do quadro de avaliação de maturidade de processo de ER: a disseminação do conhecimento sobre as atividades que envolvem a ER e os resultados obtidos poderão auxiliar empresas do mundo todo a conhecer melhor e aperfeiçoar seus processos de requisitos.

As contribuições mais evidentes realizadas neste estudo de caso, respondem a duas perguntas principais:

1. Os processos de engenharia de requisitos adotados pelas empresas de desenvolvimento de software (em regiões como a do Norte do Paraná) alcançam algum nível de maturidade?

2. Com a aplicação do quadro de avaliação de maturidade de processo de ER, é possível perceber diferenças entre empresas certificadas e empresas não certificadas?

2 Referencial teórico

2.1 Processo de software

O processo de software pode ser definido como a forma com que uma organização desenvolve seus produtos e serviços de apoio, definindo quais passos devem ser seguidos em cada fase da produção, apoiando a elaboração de estimativas, plano de desenvolvimento e medindo a qualidade e ainda que o processo deve começar com os resultados esperados, desenhando estes passos para o alcance dos resultados[20][21].

Para definição dos processos de software, Barreto [22] aponta alguns elementos que devem ser considerados: as características da organização, as necessidades do projeto, as técnicas e métodos a serem utilizados no desenvolvimento do software, a adesão às normas e modelos de referências e as restrições de tempo e recursos.

2.2 Engenharia de requisitos

A engenharia de requisitos é uma disciplina fundamental para o desenvolvimento de software [23]. O foco principal da Engenharia de Requisitos é documentar os requisitos, devidamente elicitados, para assegurar o entendimento de todos os envolvidos no projeto [24].

Em uma pesquisa realizada com gerentes de projeto, a engenharia de requisitos foi classificada como uma área de maior risco a ser gerenciado em um projeto [25]. A ER foi citada por Schimdt et al. [26] como sendo a fase mais problemática entre todas as atividades de engenharia de software. Por esses e outros motivos, empresas procuram melhorar seus processos através de projetos de melhoria, isso requer um esforço organizacional complexo, envolvendo toda a organização e muitas pessoas [27].

Svensson et al. [28] citam que satisfazer apenas os requisitos funcionais não garante o sucesso do produto final, para ajudar neste processo é fundamental encontrar e implementar os requisitos de qualidade. Priorizar requisitos de qualidade significa aumentar a chance de sucesso do produto, mas para isto é necessário encontrar, selecionar e planejar o uso dos requisitos mais adequados. Se os requisitos forem selecionados equivocadamente, os usuários podem não ter interesse no produto final [28].

2.3 Melhoria de processo de software

A melhoria de processo de software pode ser definida como a ação de compreender o processo de software que é utilizado dentro das organizações, e assim, conduzir a implementação de mudanças para que o processo atinja seus objetivos específicos, dentre estes, o aumento da qualidade do produto e a redução do custo de produção [21].

O principal objetivo da melhoria nos processos de software é aumentar a qualidade do software, dentro do orçamento e prazos previstos, refletindo positivamente na produtividade da organização[29].

A melhoria do processo pode ocorrer quando se aplica de forma consistente as práticas que produzem bons resultados e altera-se ou excluem-se as práticas que causam problemas [30].

Há diversos modelos, baseados em normas, que auxiliam na melhoria de processo de software. Neste trabalho são citados alguns deles.

2.3.1 Melhoria de processo de requisitos

Especificamente sobre a melhoria do processo de engenharia de requisitos, deve-se avaliar o processo de ER utilizado na empresa de desenvolvimento de software, a fim de encontrar pontos de melhoria [23]. Os modelos, padrões e normas de referências que possuem atividades relacionadas a ER podem contribuir na melhoria dos processos com a realização de práticas e sub práticas no desenvolvimento do projeto.

Podem-se citar as normas e modelos de referência como o CMMI-DEV [13], ISO/IEC 12207 [14], ISO/IEC 15288 [15] e MPS-BR [16] que sugerem atividades para o processo de desenvolvimento de software, tendo em vista a melhoria no processo, e por consequência a melhoria do produto.

Além destas normas e modelos de referência, a Engenharia de Requisitos pode contar com práticas apresentadas por pesquisadores como Sommerville e Ransom [3] que citam alguns exemplos de boas práticas a serem aplicadas na engenharia de requisitos.

Com exceção das boas práticas em ER mencionadas por Sommerville e Ransom [3], as normas e modelos de referência citados dispõem de atividades e tarefas a serem executadas em todos os processos de software, inclusive o processo de ER. A seguir será apresentado um quadro de avaliação de maturidade de processo voltado exclusivamente à engenharia de requisitos.

O modelo de maturidade de processo de engenharia de requisitos, REPM, foi elaborado para ser aplicado na indústria de desenvolvimento de software, porém com aplicabilidade em projetos de software feitos por encomenda, mas para que o modelo de maturidade pudesse abranger todos os tipos de projeto, incluindo os softwares produzidos para atender ao mercado, foi construído o Uni-REPM (*Unified Requirements Engineering Process Maturity Model*) [31].

Este quadro é um instrumento capaz de avaliar a maturidade do processo de engenharia de requisitos além de oferecer uma visão contemporânea do estado da arte na área, de forma que pesquisadores e profissionais podem utilizar as práticas propostas e empiricamente validadas [32].

2.4 Avaliação de processo de ER

O quadro de avaliação de maturidade de processo de engenharia de requisitos, Uni-REPM, foi desenvolvido a partir de uma revisão sistemática da literatura, onde foram selecionados alguns modelos e práticas existentes, tais como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), o REGPG (*Requirements Engineering Good Practice-Guide*), o REPM (*Requirements Engineering Process Model*) e o MDREPM (*Market-Driven Requirements Engineering Process Model*) [32].

O REPM foi elaborado para ser aplicado em indústrias de desenvolvimento de software, com aplicabilidade em projetos de softwares feitos por encomenda e o MDREPM foi construído visando os processos de requisitos para desenvolvimento de softwares voltados para o mercado. Mas pensando em um modelo de processo de engenharia de requisitos que pudesse abranger todos os tipos de projetos, foi desenvolvido um modelo universal, o Uni-REPM[31].

O Uni-REPM fornece uma solução simples e de baixo custo para identificação do estado do processo de ER, servindo como um instrumento de avaliação. Diferente do REPM, que atende apenas processos de ER para desenvolvimento de softwares feitos sob encomenda e do MDREPM, que atende softwares produzidos para o mercado, o Uni-REPM é híbrido, ou seja, pode ser aplicado em ambos cenários. Além de avaliar a maturidade dos processos de ER, contribui ainda para instrução dos profissionais da área sobre os benefícios resultantes de cada ação (prática de ER) executada e apresenta um caminho para melhoria dos processos de ER [32].

2.4.1 Estrutura do Uni-REPM

O Uni-REPM, apresenta duas visões, uma visão do processo dividida em áreas de processo e uma visão por nível de maturidade. As ações foram dispostas de acordo com a área do processo, descrevendo um conjunto de práticas da engenharia de requisitos, consistentes e coerentes, onde as práticas em um nível dão subsídios para as práticas do nível seguinte [32].

As práticas descritas neste modelo de avaliação estão dispostas em 7 áreas de processos principais, denominadas MPAs (*Main Process Area*). Cada MPA por sua vez é subdividida em subáreas de processos, SPA (*Sub-process Area*) as quais contém ações estreitamente relacionadas. As ações são as menores unidades do modelo que mostram uma boa prática específica. Esta divisão permite que as organizações encontrem mais facilmente as práticas que dizem respeito a um determinado fenômeno, tornando o modelo fácil de navegar [32].

As áreas de processos do Uni-REPM correspondem às principais áreas de processos da ER: Apoio Organizacional, Gerenciamento de Processos de Requisitos, Elicitação de requisitos, Análise de Requisito, Planejamento de Lançamento, Especificação e Documentação de Requisitos e Validação de Requisitos [32].

Para avaliar a maturidade dos processos de ER, o Uni-REPM possui 3 níveis de maturidade: básico, intermediário e avançado. A avaliação pode ser realizada em todo o processo de ER ou pode-se obter a maturidade de uma MPA isoladamente [32]. Cada ação recebe um nível de maturidade específico, e se todas as ações de um determinado nível são realizadas, significa que a organização possui um processo de ER consistente e coerente no nível em que foi classificada [10].

O objetivo de utilizar 3 níveis no Uni-REPM, ao invés de 5, como no REPM, é obter uma melhora significativa a cada mudança de nível do processo de ER. O nível básico busca um processo de requisitos que seja definido e repetível, preocupando-se com a relevante participação dos interessados na elicitação dos requisitos, na análise e na utilização de documentos padrões pré-definidos. Este nível não contempla a comunicação entre as partes envolvidas [32].

O nível intermediário engloba ações voltadas para as estratégias e metas do produto, definição de papéis e responsabilidades para execução de tarefas específicas, gestão de mudanças e priorização de requisitos. O nível avançado, que indicava maior grau de maturidade do processo, visa uma elicitação de requisitos mais avançada, garantia da qualidade, comunicação e entendimento comum entre as partes interessadas. No nível avançado busca-se também a reutilização de requisitos e evolução dos documentos [10].

O quadro de avaliação Uni-REPM pode ser encontrado em [http://www.bth.se/tek/mdrepm.nsf/attachments/uniREPM_v09CR_pdf/\\$file/uniREPM_v09CR.pdf](http://www.bth.se/tek/mdrepm.nsf/attachments/uniREPM_v09CR_pdf/$file/uniREPM_v09CR.pdf).

2.4.2 Avaliação

Para avaliação da maturidade de um processo de ER, devem-se mapear as ações presentes no modelo relacionando-as com as atividades do processo de ER real da organização. Para cada ação do Uni-REPM verifica-se se a organização realiza a atividade de forma completa (C), se realiza parcialmente ou não a realiza, o que a torna uma atividade incompleta (IC) e se atividade não for necessária ou possível de ser realizada em um determinado processo, considera-se como inaplicável (IA) [10].

O critério de avaliação IA foi definido, pois as características e ambientes das organizações e seus processos podem variar e algumas ações podem ser consideradas desnecessárias para aplicação em situações particulares. Se uma ação se encaixar em umas destas situações, e for classificada como incompleta, o processo pode não atingir determinado nível e pode ainda, ter alcançado o nível intermediário ou avançado, sem ter o nível básico realizado por completo. Portanto, a utilização do critério IA evita um resultado distorcido [10].

Após a elaboração do Uni-REPM, o modelo foi validado. Esta validação foi executada de forma estática, com a participação de especialistas da área e dinâmica, realizada em vários projetos de indústrias de softwares. Um dos itens validados está relacionado a sua aplicabilidade, principalmente na questão da utilização do critério "inaplicável" [10].

Foram estudadas quais ações são mais comumente consideradas inaplicáveis. A partir deste estudo foi definido o modelo de latência, ou seja, o número de ações consideradas inaplicáveis. Ficou caracterizado que em projetos de desenvolvimento de softwares sob encomenda, as ações da MPA de planejamento e liberação de requisitos, por padrão, são consideradas inaplicáveis [10].

Portanto, a natureza dos projetos é um fator que pode ser considerado para a utilização do critério "inaplicável" [10].

E ainda, ao considerar uma ação inaplicável a análise deve ser cuidadosa a fim de evitar que uma ação importante acidentalmente seja classificada como inaplicável.

Falta de tempo, de recursos ou desconhecimento não podem ser julgados como inaplicável [12].

Quanto ao resultado da avaliação, este pode ser interpretado em uma determinada MPA ou no processo todo de ER. Para definir qual nível a MPA ou o processo se encontra, todas as ações de um determinado nível devem ser satisfeitas, ou seja, devem estar assinaladas como "completa" ou "inaplicável". É importante analisar as ações marcadas como "incompletas" no nível acima da maturidade atual, pois indicará os esforços necessários para a melhoria do processo [10].

O Uni-REPM é sugerido como uma maneira fácil e barata de avaliar os processo de engenharia de requisitos em empresas de desenvolvimento de software, e portanto, foi selecionado para ser aplicado nesta pesquisa.

3 Procedimentos metodológicos

Para a realização desta pesquisa foi utilizado o conceito de estudo de caso. O estudo de caso utiliza-se de análise do ambiente de estudo ao invés da generalização estatística, isto é, o estudo de caso pode ajudar os pesquisadores a desenvolver uma teoria para entender outros casos, fenômenos ou situações semelhantes [34].

Segundo Yin [34], os estudos de caso podem ser aplicados em uma investigação exploratória para examinar acontecimentos contemporâneos. As fontes de evidência podem advir de observação direta, de uma série sistemática de entrevistas, análise de documentos e aplicação de questionários.

Dos quatro tipos básicos de estudo de caso apresentados por Yin [34], esta pesquisa terá um caso único incorporado, o processo de engenharia de requisitos, e múltiplas unidades de análise, as empresas selecionadas.

A escolha deste método se justifica, pois, o estudo de caso permite uma flexibilidade em relação ao objeto estudado [35]. Esta flexibilização ocorre quando, após a coleta dos dados quantitativos, o pesquisador modela o processo atual da empresa e avalia qualitativamente as atividades para enquadrar no Uni-REPM, a fim de verificar a maturidade dos processos de requisitos das empresas.

O quadro 1 apresenta o protocolo do estudo de caso da avaliação de processos de ER, nas unidades de análise selecionadas. O protocolo elaborado para auxiliar no desenvolvimento do estudo de caso descreve os procedimentos e as regras que devem ser seguidas para obtenção dos objetivos pretendidos [34].

Protocolo para desenvolvimento do estudo de caso	
Questão da pesquisa	Qual o nível de maturidade dos processos de engenharia de requisitos de software?
Estrutura teórica para desenvolvimento do estudo de caso	Referencial bibliográfico sobre processo de engenharia de requisitos e avaliação de processo de ER.
a) Locais a serem visitados b) Pessoa de contato c) Documentos analisados	a) Empresas de desenvolvimento de software da região norte do Paraná b) Gerentes de projeto ou Analistas de sistemas c) Processos de requisitos de software
Roteiro para desenvolvimento do estudo de caso	1. Caracterização da empresa pesquisada 2. Visão das atividades dos processos de engenharia de requisitos realizados nas empresas

	(modelagem do processo atual) 3. Avaliação e classificação dos processos de ER, por meio do Uni-REPM 4. Análise quantitativa dos dados, para responder às questões da pesquisa 5. Modelagem dos processos de ER das empresas com proposta de melhorias
Análise e validação do estudo de caso	As evidências foram coletadas por meio de entrevistas e análise dos documentos dos processos de ER utilizados pelas empresas pesquisadas. Os entrevistados validaram os processos de ER modelados após a coleta dos dados e os processos modelados após a sugestão de melhoria.

Quadro 1 - Protocolo para desenvolvimento do estudo de caso

4 Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado entre os anos de 2013 e 2015, em 20 empresas de desenvolvimento de software da região norte do Paraná, com a participação dos alunos do programa de mestrado em informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Grande parte dos alunos do programa trabalha em empresas de desenvolvimento de software, fator que contribuiu de forma significativa para seleção das empresas, levantamento dos dados e para a aproximação entre indústria e academia.

As empresas foram selecionadas e classificadas em 3 grupos, sendo 2 grupos de acordo com a idade e o 3º grupo contendo apenas empresas que possuem certificação de processo de software. Para não divulgar as empresas, os nomes foram substituídos por números, de 1 a 20. O quadro 2 resume o perfil das empresas.

Classificação	Empresas	%
Grupo A (+ de 10 anos)	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20	80%
Grupo B (de 5 a 10 anos)	5, 6, 13, 18	20%
Grupo C (certificadas)	1, 2, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 19	45%

Quadro 2. Classificação das empresas

Durante a entrevista, os participantes foram perguntados sobre o processo de requisitos utilizado na respectiva empresa, descrevendo-os. Todas as informações foram anotadas em tempo real de modo a garantir que o processo fosse modelado de acordo com o que de fato ocorre na empresa. Algumas empresas, além de descreverem o processo, apresentaram documentação auxiliar do processo atual da empresa. Um questionário, com questões abertas e fechadas foi aplicado a fim de obter dados quanto a idade da empresa, nº de colaboradores, certificação e conhecimento sobre processo de requisitos.

Após a coleta dos dados os processos atuais foram modelados utilizando a notação BPMN (*Business Process Modeling Notation*) [36] ou SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) [38]. A escolha do BPMN se justifica por ser uma linguagem de modelagem expressiva, formal e de fácil compreensão aos usuários finais e não apenas aos especialistas do domínio [37]. Por sua vez a notação SPEM é caracte-

rizada como uma linguagem utilizada em processos de desenvolvimento de software, baseada na UML. Tanto o BPMN quanto o SPEM são padronizadas pela OMG [39].

A figura 1 apresenta a modelagem do processo atual de ER de duas empresas participantes, sendo a figura 1a modelada com SPEM e a figura 1b modelada com BPMN. Ressalta-se que todas as empresas tiveram seus processos de requisitos modelados.

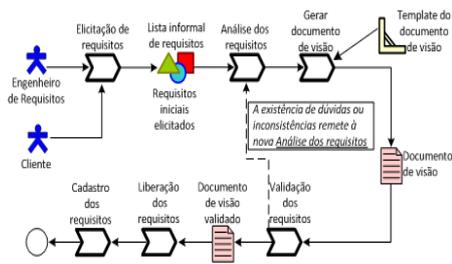


Figura 1a. Processo de ER com SPEM

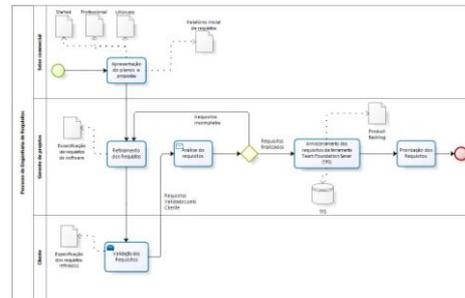


Figura 1b. Processo de ER com BPMN

Após a modelagem dos processos de ER das empresas, foi selecionado um quadro de avaliação de maturidade de processo de requisitos, o Uni-REPM. A seleção deste quadro se justifica, pois é um quadro de avaliação de processo de requisitos flexível, construído com base nas normas, modelos de referência e boas práticas citados neste artigo, localizado na literatura recente, sendo que este quadro já está validado em trabalho publicado no ano de 2012 [10].

O enquadramento das atividades contidas no processo atual das empresas foi realizado de acordo com a função e artefatos gerados por cada atividade executada pela empresa em ação similar contida no Uni-REPM. No enquadramento do processo atual da empresa não foi considerado o critério IA (inaplicável). Este critério será utilizado para avaliação dos processos após a sugestão de atividades pelas empresas para obtenção do modelo de latência. O pesquisador teve um papel fundamental nesta etapa da pesquisa, pois a partir da modelagem do processo foram extraídas as informações necessárias para o enquadramento.

5 Análise e Discussão

Um dos resultados obtidos após o enquadramento do processo atual das empresas pode ser visualizado por meio da figura 2a e figura 2b, as quais representam, respectivamente, a análise do processo atual de duas empresas, ambas dos Grupos A e C (empresas nominadas 1 e 2), mas que não alcançam nenhum nível de maturidade proposto pelo Uni-REPM.

O gráfico da figura 2a aponta que de 29 ações do nível básico, a empresa realiza em seu processo atual 9 ações, do nível intermediário, das 30 ações propostas pelo Uni-REPM, a empresa realiza 5 e do nível avançado, das 15 ações, a empresa realiza 4. Da mesma forma, a figura 2b retrata que a empresa 2 também não alcança o nível de maturidade básico do Uni-REPM, com 13 ações de 29 do nível básico, 4 ações de

30 do nível intermediário e 2 de 15 do nível avançado. Esta forma de apresentação possibilita uma visão global do processo atual em relação ao Uni-REPM. Em outra análise é possível dizer que a empresa 2, figura 2b, possui uma latência equivalente a 16 ações para alcançar o nível básico.

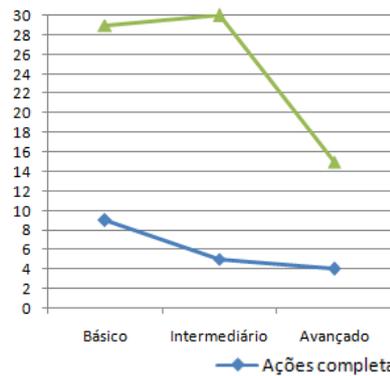


Figura 2a. Gráfico de latência - empresa 1

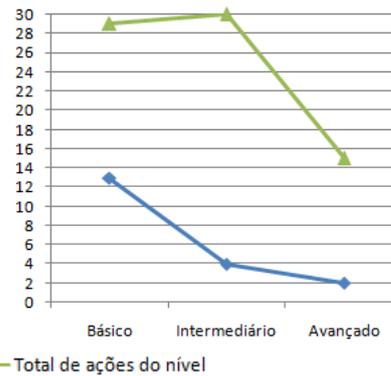


Figura 2b. Gráfico de latência - empresa 2

Outra forma de leitura dos dados pode se dar por meio da geração de gráfico em barra, onde são detalhadas quantas ações são realizadas em cada MPA, contidas em todos os níveis de maturidade. Um exemplo é apresentado nas figuras 3a e 3b, as quais correspondem, respectivamente às empresas 3 e 4, ambas do Grupo A, porém sem certificação.

São 7 áreas de processos principais que se repetem em cada nível de maturidade, porém diferenciam-se quanto às ações a serem realizadas em cada nível. Para facilitar a visualização do gráfico, foi utilizada uma abreviatura para cada uma das 7MPAs: AO - Ajuda Organizacional; GP - Gestão de Processo de Requisitos; ER - Elicitação de Requisitos; AR - Análise de Requisitos; PL - Plano de Lançamento; DR - Documentação de Requisitos; VR - Validação de Requisitos.

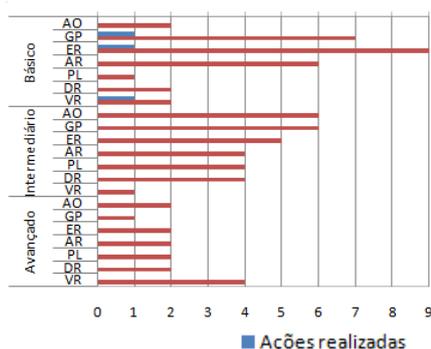


Figura 3a. Gráfico por MPA - empresa 3

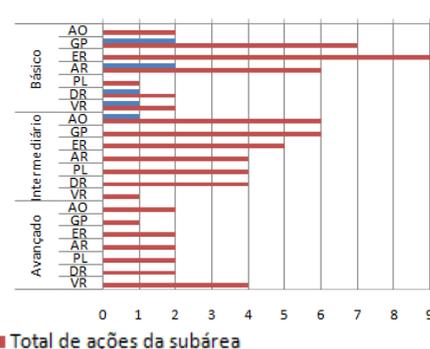


Figura 3b. Gráfico por MPA - empresa 4

Ao aplicar o quadro de avaliação de maturidade de processo, pode-se ainda gerar gráficos individuais por área de processo principal (MPA), conforme demonstrado nas

figuras 4a e 4b, referentes às áreas de Elicitação de Requisitos e Análise de Requisitos, respectivamente, do processo de ER da empresa 11, Grupo A, não certificada.

A empresa 11 precisa executar mais 5 ações da MPA de Elicitação de Requisitos para alcançar o nível básico desta MPA, 2 ações para atingir o nível intermediário e 2 para chegar ao nível avançado, conforme desenhado na figura 4a. Da mesma forma, ao observar a figura 4b, verifica-se que a empresa 11 não executa nenhuma ação de Análise de Requisitos do nível básico e do nível avançado e para cumprir todas as ações do nível intermediário, precisa acrescentar apenas 1 ação deste nível, segundo o quadro Uni-REPM.

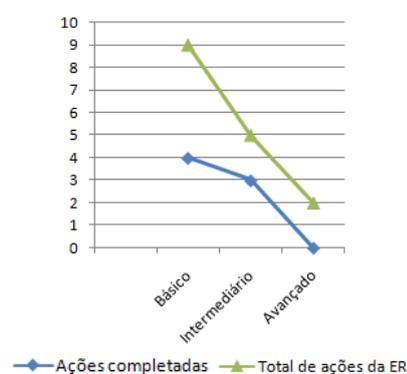


Figura 4a. Gráfico por SPA - ER

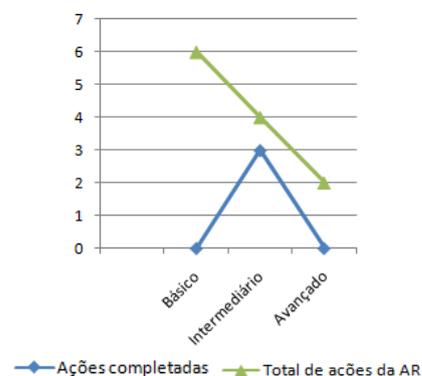


Figura 4b. Gráfico por SPA - AR

Na análise dos dados foi possível responder as duas questões desta pesquisa. Ao levantar, modelar e avaliar os processos de ER das empresas constatou-se que, de acordo com o Uni-REPM, nenhum processo de ER das empresas atingiu níveis de maturidade. As empresas com maior número de atividades no nível básico atingiram 45% do total de ações deste nível. As ações dos níveis intermediário e avançado tiveram um índice baixo de execução pelas empresas. A empresa de menor desempenho executa apenas 6,9% das ações propostas pelo Uni-REPM. Isto leva a análise de quem são estas empresas, qual a diferença entre as certificadas das demais?

A tabela 1 apresenta o resultado da análise comparativa entre empresas certificadas e empresas não certificadas, não levando em consideração o tempo de existência das empresas. A classificação das empresas de acordo com a idade e certificação pode ser visualizada no quadro 2. Observa-se que no nível básico as empresas certificadas executam o dobro de ações em relação as não certificadas, e executam 3 e 4 vezes mais ações, respectivamente nos níveis intermediário e avançado. Porém, o índice de ações realizadas nestes níveis chega no máximo a 16,6% no intermediário e 13,3% do avançado.

Tabela 1. Média e diferença (%) de ações realizadas

	Básico	Intermediário	Avançado
Com certificado	34	8	4
Sem certificado	17,6	2,6	0,6
Diferença	16,4	5,4	3,4

A média de atividades realizadas por todas as empresas é 9. Todas as empresas, com número de atividades maior que a média, possuem em seu quadro mais de 40 colaboradores, porém, o estudo também demonstrou que outras empresas com número de colaboradores superior a 40 não ultrapassam a média de ações realizadas por todas as empresas, o que leva a crer que o número de colaboradores não influencia diretamente na execução das atividades. Fortalece esta afirmação o fato de que duas empresas com menos de 40 colaboradores em seu quadro, executam atividades acima da média, sendo estas certificadas, o que indica que mesmo com menos colaboradores, seus processos se equiparam aos das empresas com mais de 40 colaboradores.

Foram analisadas ainda quais áreas possuem maior e menor número de atividades realizadas no processo atual das empresas. A análise demonstrou que as áreas de Elicitação de Requisitos (ER), seguida da área de Gestão de Processo de ER (GP) e Análise de Requisitos (AR) são as áreas que as empresas dão maior importância na execução de seus processos. Na área Plano de Lançamento de Requisitos (PL) apenas as empresas 1 e 2 empresas, ambas certificadas, executam uma e duas atividades respectivamente. Similar à área PL, a área de Ajuda Organizacional (AO) tem um baixo índice de atividades realizadas, sendo que apenas 3 empresas, sendo apenas 1 certificada, executa alguma ação nesta área.

Vale citar que na área de Documentação de Requisitos (D) das 9 empresas com certificação, apenas 6 realizam atividades nesta área e apenas 1 das empresas não certificadas executa alguma atividade proposta pelo Uni-REPM em seu processo.

6 Conclusão

Após a realização deste estudo de caso o trabalho está sendo continuado. Nesta segunda fase está sendo apresentada, às empresas, um conjunto de práticas dispostas nas normas e modelos de referência (CMMI, ISO, MPS-BR, SPICE, boas práticas) que compreendem as ações previstas no Uni-REPM. O objetivo desta atividade visa promover às empresas um ganho de conhecimento na área de requisitos. Tal prática está sendo organizada de forma que as empresas possam escolher atividades para aperfeiçoar os seus processos.

Os dados da segunda fase tem refletido uma melhoria do processo, após a agregação do conhecimento de novas práticas, sem a exigência do atendimento a um padrão ou norma.

Em relação ao estudo atual observa-se, no grupo estudado, que a realidade das práticas nas empresas, em relação ao número de atividades, está aquém das atividades estabelecidas por padrões, normas ou guias de boas práticas, elementos já bem conhecidos na área de pesquisa. Pode-se observar a possibilidade da realização de estudos que visem analisar a qualidade dos requisitos e outros artefatos gerados em processos como os apresentados, ou seja, com poucas atividades realizadas mesmo em contextos como elicitação ou gerenciamento de requisitos.

Conclui-se, com a realização deste estudo de caso, que as empresas certificadas, possuem processos com mais atividades que as não certificadas, mas em relação a maturidade dos processos, considerando o Uni-REPM como parâmetro avaliativo, todas precisam inserir novas atividades para melhoria dos processos.

A aplicação do quadro de avaliação de maturidade de processos de requisitos, Uni-REPM, em processos de empresas de desenvolvimento pode contribuir para que as empresas conheçam melhor os seus processos, identifiquem lacunas e busquem a inserção de novas atividades para melhoria do processo de ER, o que irá refletir no resultado final do produto de software.

Referências

1. Ellis, K, Berry, D.M. (2012). Quantifying the impact of requirements definition and management process maturity on project outcome in large business application development. *Requirements Engineering*, 18(3), 223–249. doi:10.1007/s00766-012-0146-3.
2. Génova, G., Fuentes, J. M., Llorens, J., Hurtado, O., Moreno, V. (2011). A framework to measure and improve the quality of textual requirements. *Requirements Engineering*, 18(1), 25–41. doi:10.1007/s00766-011-0134-z.
3. Sommerville, I. A. N., Ransom, J. (2005). *An Empirical Study of Industrial Requirements Engineering Process Assessment and Improvement*, ACM, New York, USA 14(1), 85–117. doi: 10.1145/1044834.1044837.
4. Sommerville, I. (2006) “Software Engineering”. 8ª ed., São Paulo: Addison-Wesley.
5. Hofmann, H.F., Lehner, F. (2001) Requirements engineering as a success factor in software projects. *IEEE Software* 18(4):58–66.
6. Paech, B., Koenig, T., Borner, L., Aurum, A. (2005) An analysis of empirical requirements engineering survey data. In: *Engineering and managing software requirements*, Part 3. Springer, Berlin. pp 427–452.
7. Gürses, S., Seguran, M., Zannone, N. (2011). Requirements engineering within a large-scale security-oriented research project: lessons learned. *Requirements Engineering*, 18(1), 43–66. doi:10.1007/s00766-011-0139-7.
8. Juristo, N., Moreno, A., Silva, A. (2002) Is the European industry moving toward solving requirements engineering problems? *IEEE Software* 19(6): 70–77
9. Neill, C., Laplante, P. (2003) Requirements engineering: The state of the practice. *IEEE Software* 20 (6):40–45.
10. Svahnberg, M., Gorschek, T., Nguyen, T. T. L., Nguyen, M. (2012). Uni-REPM: validated and improved. *Requirements Engineering*. doi:10.1007/s00766-012-0148-1
11. Sommerville, I, Sawyer, P. *Requirements Engineering a good practice guide*. John Wiley & Sons Ltda. Boffins Lane, Chichester, England, 1998.
12. Gorschek, T., Gomes, A., Pettersson, A., Torkar, R. (2012) Introduction of a process maturity model for market-driven product management and requirements engineering. *Journal of Software: Evolution and Process* 23(1): 83–113.
13. Software Engineering Institute. CMMI for development: CMMI–DEV, v. 1.2, Carnegie Mellon University. 2006.
14. International Standard Organization. 12207: systems and software engineering - software life cycle processes, [S.l.], 2008a.
15. International Standard Organization. 15288: systems and software engineering - system life cycle processes, [S.l.], 2008b.
16. Softex. MPS.BR: melhoria de processo do software brasileiro. Guia geral, v. 1, 2006.
17. SPICE: Software process improvement and capability determination. <http://www.sqi.gu.edu.au/spice/> (2011).
18. Cerderial, C.T (2008). Uma abordagem para gerência e avaliação de projetos de melhoria de processos de software do ponto de vista da Instituição de consultoria, M. Sc. COPPE. UFRJ, Rio de Janeiro.

19. Khurum, M., Aslam, K., Gorschek, T. (2008) A method for early requirements triage and selection utilizing product strategies, Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2008, pp. 97---104.
20. Lepmetz, M., McBride, T., RAS, E. *Goal alignment in process improvement*. The Journal of Systems and Software 85 (2012) 1440– 1452.
21. Coleman, G., O’connor, R. *Using grounded theory to understand software process improvement: A study of Irish software product companies*. Information and Software Technology, Volume 49, Issue6, June 2007, Pages 654-667, ISSN 0950-5849.
22. Barreto, A. S. (2011). Software Process Definition : a Reuse-based Approach.J. UCS; 17(13):1765-1799.
23. Napier, N. P., Mathiassen, L., Johnson, R. D. (sep 2009). Combining Perceptions and Prescriptions in Requirements Engineering Process Assessment: An Industrial Case Study. IEEE Transactions on Software Engineering, v. 35, n. 5, p. 593–606.
24. Attarha, M. Focusing on the Importance and the Role of Requirement Engineering. Interaction Sciences (ICIS), 2011 4th International Conference, IEEE.
25. Beecham, S., Hall, T., Britton, C., Cottee, M., Rainer, A. “Using an Expert Panel to Validate a Requirement Process Improvement Model,” J. Systems and Software, vol. 76, no. 3, pp. 251-275, 2005.
26. Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M., Cule, P. Identifying Software Project Risks: An International Delphi Study. J. Management Information Systems, vol. 17, no. 4, pp. 5-36, 2001.
27. Mathiassen, L.,Ngwenyama, O. K., Aaen, I. “Managing Change in Software Process Improvement,” IEEE Software, vol. 22, no. 6, pp. 84-91, Nov./Dec. 2005.
28. Svensson, R. B., Gorschek, T., Regnell, B., Torkar, R., Shahrokni, A., Feldt, R. (2011). *Prioritization of Quality Requirements : State of Practice in Eleven Companies*, 69–78.
29. Sharma, L., Sharm, N. (2012). *Software Process Improvement in Small Scale Organizations : An Empirical Study. International Conference on Recent Advances and Future Trends in Information Technology* 18–21.
30. Aggarwal, A. (2012). Design of Software Process Improvement Model, 49(13), 30–34.
31. Svahnberg, M., Gorschek, T., Nguyen, T. T. L., Nguyen, M., Peterson, A., Gomes, A., Tejle, K. (2011). Requirements Engineering Process Maturity Model Uni-REPM. docengineering: Blekinge Institute of Technology, Karlskrona,Sweden, 2011.
32. Svahnberg, M., Gorschek, T., Nguyen, T. T. L., Nguyen, M. (2013). Uni-REPM: a framework for requirements engineering process assessment. *Requirements Engineering*. doi:10.1007/s00766-013-0188-1
33. Robson, C. (2002) *Real World Research* (second edition).Oxford: Blackwell.
34. Yin, R. “Estudo de Caso”. São Paulo. 3a. Edição. Bookman, 2005.
35. Wohlin, C.,Runeson, P.,Höst, M.,Ohlsson, M.C.,Regnell, B.,Wesslén, A. *Experimentation in Software Engineering*. New York. Springer, 2012. ISBN 978-3-642-29044-2 (eBook).
36. Object Management GroupBusiness Process Model and Notation (BPMN)” (2011). Disponível em: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>.Acesso: 20/02/2014.
37. Chinosi, M., Trombetta, A. (2012). Computer Standards & Interfaces BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134. doi:10.1016/j.csi.2011.06.002
38. Object Management Group. Software & systems process engineering meta-model specification,2008.Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/SPEM/2.0/PDF>>.Acesso: 24/02/2014.
39. Portela, C., Vasconcelos, A., Silva, A., Sinimbú, A., Silva, E., Ronny, M., Oliveira, S. (2012) A Comparative Analysis between BPMN and SPEM Modeling Standards in the Software Processes Context, 330–339. doi:10.4236/jsea.2012.55039.