

UMA ANÁLISE QUANTITATIVA DA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE VALIDAÇÃO DE REQUISITOS NO MERCADO DE TI EM FORTALEZA

A QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE USE OF REQUIREMENT VALIDATION TECHNIQUES IN THE IT MARKET OF FORTALEZA

Márcia Souza, Paulo Henrique M. Maia, Felipe M. Roberto

Universidade Estadual do Ceará/Brazil

marcia.fip@gmail.com, pauloh.maia@uece.br, filipe@larc.es.uece.br

Camila L. B. Maia, Márcia M. A. Brasil

Serviço Federal de Processamento de Dados/Brazil

camila.maia@gmail.com, marcia.abrasil@gmail.com

Resumo: O processo de validação de requisitos propõe mostrar que os requisitos atendem às necessidades reais dos usuários ou clientes antes da implementação do sistema, reduzindo assim o custo para correção dos erros encontrados. Para isso, algumas técnicas são propostas, como revisão, prototipação e testes. Contudo, poucos trabalhos mostram como essas técnicas são aplicadas na prática pelas empresas. Este trabalho apresenta uma análise quantitativa da utilização das técnicas de validação de requisitos no cenário de empresas de TI de Fortaleza. Para tanto, um questionário foi respondido por profissionais de 35 empresas e de diferentes perfis. A análise mostrou que revisão e prototipação são as técnicas mais utilizadas, independente do tipo de Organização e metodologia de desenvolvimento adotada pela empresa.

Palavras-chave: Engenharia de requisitos; Validação de requisitos; Análise quantitativa.

Abstract: The requirements validation process aims at showing that the requirements meet the real needs of users or customers before the implementation of the system, thereby reducing the cost to correct the errors found. For this, some techniques are proposed, as review, prototyping and testing. However, few papers show how those techniques are applied in practice in the companies. This paper presents a quantitative analysis of the use of the requirement validation techniques in the context of IT companies of Fortaleza. To this end, professionals from 35 companies with different profiles answered a questionnaire. The analysis showed that review and prototyping are the most widely used techniques, regardless the type of company and methodology adopted by the company.

Keywords: Requirement engineering; Requirement validation; Quantitative analysis.

I. INTRODUÇÃO

O início do processo de desenvolvimento de um sistema foca na compreensão e definição das necessidades dos usuários finais, capturando as restrições de operação do sistema que conduzirão as demais atividades do processo. Essa atividade é uma das mais difíceis do processo de software, pois erros nessa etapa ocasionarão, inevitavelmente, problemas posteriores no projeto [5].

Uma pesquisa envolvendo empresas européias de desenvolvimento de software registrou que mais de 50% delas identificou problemas na área de especificação de requisitos [7]. Adicionalmente, Blackburn *et al* mostram em [8] que 50% das falhas detectadas na fase de testes são causadas por defeitos em requisitos, e que a correção dessas falhas implica em um re-trabalho, o que aumenta os custos do projeto de software. Detectar e corrigir problemas ainda na fase de requisitos é, portanto, atividade essencial para que o sistema seja concluído no prazo e custo previstos.

Nesse aspecto, a Engenharia de Requisitos (ER) tem um papel preponderante. A ER tem como objetivo identificar os interessados (*stakeholders*) no sistema e suas necessidades, levantando, a partir daí as funcionalidades e restrições do sistema, que são documentados para facilitar a análise, interação e a construção do Sistema [4].

Com o intuito de eliminar ou mitigar os defeitos contidos no documento de requisitos antes que esse seja liberado para projeto ou construção do sistema, a

ER estabelece a fase de validação de requisitos, que é definida como o processo que certifica que o modelo de requisitos gerado esteja consistente com as necessidades e intenções de clientes e usuários [10]. Dentre as técnicas de validação de requisitos existentes, destacam-se as seguintes: revisão, prototipação e geração de casos de testes. Na primeira, requisitos são analisados sistematicamente por uma equipe para detectar erros e inconsistências; na segunda, um modelo executável do sistema é demonstrado para usuários e clientes; por fim, a última técnica visa desenvolver testes a partir dos requisitos do usuário antes de qualquer código ser escrito [4][3].

Apesar de ser comum encontrar artigos que abordem maneiras de melhorar ou apoiar a fase de validação de requisitos, seja propondo novas técnicas [17][18][20] ou ferramentas [16][19][21], poucos trabalhos mostram uma análise quantitativa de como essas técnicas são utilizadas na prática pelas empresas [11][12][13][14]. Essa análise é importante pois fornece um panorama de como a teoria de validação de requisitos tem sido aplicada em situações reais, além de permitir quantificar quais os métodos mais usados e servir de apoio para que as empresas tomarem decisões sobre a aplicação desse processo. Em especial, não foi encontrada nenhuma pesquisa relatando o cenário atual de validação de requisitos em nenhuma cidade, estado ou região brasileira.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise das práticas de validação de requisitos aplicadas nas empresas de desenvolvimento de software de Fortaleza à luz das técnicas propostas na literatura acadêmica. Para tanto, foi aplicado um questionário, que foi respondido por 42 profissionais de 35 empresas de diferentes tipos (públicas, privadas e terceirizadas), com o intuito de identificar como as atividades de validação têm sido utilizadas, levando em conta o perfil das empresas e as metodologias de desenvolvimento utilizadas. As técnicas consideradas

foram: revisão, prototipação e geração de casos de teste.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma. A seção II descreve as técnicas de validação de requisitos abordadas neste trabalho: revisão, prototipação e geração de casos de teste. A seção III discute os principais trabalhos relacionados. A metodologia utilizada nesta pesquisa é descrita na seção IV. A seção V apresenta os principais resultados das perguntas do questionário, enquanto a seção VI discute esses resultados. A seção VII apresenta as principais ameaças à validade da pesquisa. Por fim, a seção VIII conclui este artigo e aponta possíveis trabalhos futuros.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Engenharia de Requisitos

Os requisitos de um sistema compreendem as descrições daquilo que o sistema deve fazer, os serviços que devem ser oferecidos, bem como as restrições ao seu funcionamento. A Engenharia de Requisitos é definida como o processo para descobrir, analisar, documentar, verificar e gerenciar requisitos [5]. A Figura 1 apresenta uma visão geral desse processo, onde cada atividade foca em um aspecto específico.

O estudo de viabilidade faz uma análise dos fatores que impactam na construção do sistema. A elicitação e análise de requisitos foca no entendimento das necessidades dos usuários, por meio de discussões, análise de documentação ou sistema existente. A especificação de requisitos compreende a documentação dos requisitos identificados na fase anterior. A validação de requisitos visa confirmar se os requisitos atendem às reais necessidades dos usuários.

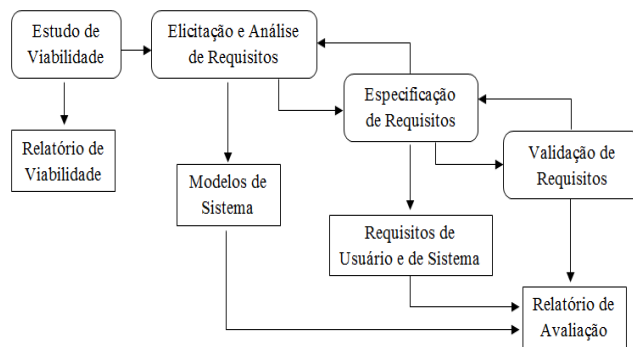


Figura 1. Processo de Engenharia de Requisitos. Fonte: [5]

B. Validação de Requisitos

A validação de requisitos é o processo que verifica se os requisitos definem as funcionalidades do sistema que o cliente realmente deseja e se preocupa em encontrar defeitos nos requisitos [5]. É uma atividade importante, uma vez que erros na documentação de requisitos podem acarretar em altos custos com retrabalho, principalmente quando descobertos durante o desenvolvimento ou após o sistema estar em

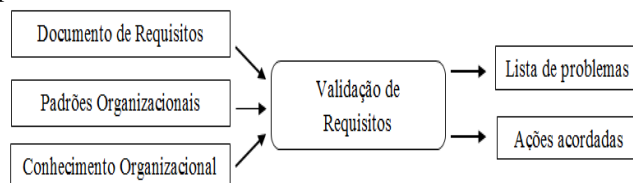


Figura 2. Entradas e saídas do processo de Validação de Requisitos. Fonte: [3]

Como mostra a Figura 2, as entradas do processo são documentos de requisitos, padrões organizacionais e conhecimento organizacional. O documento de requisitos e/ou protótipos com situação acabada, os quais devem contemplar todas as necessidades do usuário. Tais insumos devem obedecer aos padrões organizacionais. Com isso, os revisores devem ter conhecimento desses padrões, objetivando conferir se o documento está conforme os padrões organizações. Similarmente, o conhecimento organizacional é essencial, pois os revisores devem conhecer a organização, bem como suas terminologias e pessoas envolvidas.

As saídas do processo são a lista de problemas, que se refere ao registro dos defeitos, que correspondem a erros, omissões, inconsistências, irrealismos, entre outros constatados nos requisitos, e as ações acordadas, que são uma lista de soluções para cada problema levantado.

A validação de requisitos é um processo que deve assegurar que os requisitos (i) descrevem com precisão as características do software e são suficientes para atender aos objetivos de negócio; (ii) estão completos, viáveis, verificáveis e consistentes entre si; (iii) possibilitam avançar para as próximas fases do processo de desenvolvimento.

C. Técnicas de Validação de Requisitos

Existem diversas técnicas para validação de requisitos, como resolução de pontos de visão [9], animação [10], inspeção [5], e abordagens baseadas em sistemas especialistas [10]. Essas técnicas podem ser utilizadas individualmente ou em grupo. Além

produção [8]. Durante o processo de validação de requisitos, diferentes tipos de verificação devem ser realizadas e incluem verificações de: validade, consistência, completude, realismo e verificabilidade. A Figura 2 apresenta um modelo de entradas e saídas de um processo de validação de requisitos mostrado em [3].

dessas, três técnicas comumente encontradas na literatura de Engenharia de Software [5][10][3] e que têm uma grande utilização no mercado de TI [12][13][14] foram escolhidas para ser objetos de estudo deste trabalho: revisão, prototipação e geração de casos de teste. Essas técnicas são detalhadas nas subseções a seguir.

1) Revisão

Conforme [5], a revisão é definida como um processo ou reunião para apresentação de um produto de trabalho para aprovação por desenvolvedores, gerentes, usuários, clientes ou outras partes interessadas. As revisões podem ser formais ou informais. As revisões formais normalmente ocorrem com mais pessoas seguindo um processo bem definido e critérios de validação previamente estabelecidos. As revisões informais não estabelecem critérios de validação para os requisitos. A equipe de revisores tem uma conversa informal onde se tenta identificar defeitos nos requisitos.

As revisões são eficazes na identificação de erros e trazem melhorias na qualidade do produto entregue. Erros constatados nas revisões são mais diretos [5], pois os revisores examinam a especificação em busca de erros de conteúdo ou de interpretação [6][2]. Além disso, trata-se de uma técnica usada em outras atividades do processo de software.

2) Prototipação

A prototipação é um esboço do software e é utilizada para apresentar conceitos, testar opções do sistema e, normalmente, conhecer mais detalhadamente sobre os problemas e suas soluções

[5]. Os protótipos podem ser utilizados em vários estágios no processo de desenvolvimento. Na Engenharia de Requisitos, um protótipo pode ajudar na elicitaco e na validao dos requisitos do sistema. O protótipo utilizado na validao de requisitos deve possuir um nico propósito: demonstrar o entendimento ou resoluo de uma anlise. Sua construo deve ser rpida e o mesmo pode ser descartado após a validao dos requisitos.

Em um processo de validao de requisitos com protótipos[3], a equipe de testadores , inicialmente, selecionada, sendo uma escolha importante, pois  recomendado que os testadores sejam os usurios finais do sistema, a fim de testar o sistema fielmente. Em seguida, os cenrios de testes so desenvolvidos, com o objetivo de garantir uma maior cobertura de testes possível, conforme os cenrios elaborados. Logo após, os usurios executam o protótipo, com base nos cenrios. Por fim, os problemas constatados so identificados, a fim de serem posteriormente avaliados.

O uso de protótipo traz diversos benefícios como: melhor usabilidade, requisitos mais realísticos, melhor qualidade do projeto, sistema manutenível e reduo no esforo de desenvolvimento [5].

3) *Gerao de Casos de Teste*

Os testes utilizados na validao de requisitos antecipam problemas nos requisitos antes do teste do software. Além disso, do uma viso de como o sistema se comportar em determinadas condioes ou cenrios. Os testes que so baseados nos requisitos funcionais ou derivados de requisitos de usurio ajudam a tornar os comportamentos esperados do sistema tangíveis aos interessados no software, pois o simples ato de projetar testes revelar muitos problemas nos requisitos [6].

A escrita de teste na validao de requisitos ajuda na identificao de requisitos vagos e ambíguos. Para cada requisito funcional, deve ser possível descrever um ou mais testes a serem executados no sistema final. Caso no seja possível definir o teste, significa que o requisito precisa ser melhor elicitado, pois, muito provavelmente, ir criar problemas no desenvolvimento do produto. O principal objetivo dos casos de testes  descobrir defeitos nas funcionalidades do sistema e demonstrar que o sistema atende aos requisitos. Ao testarmos requisitos, os resultados desses testes devem ser registrados [6].

III. TRABALHOS RELACIONADOS

Os trabalhos descritos a seguir foram selecionados por apresentarem pesquisas que realizaram um estudo ou comparativo da aplicao de técnicas de validao de requisitos, objeto de estudo deste artigo. No est no escopo deste trabalho propor ou avaliar alguma técnica de validao específica. Por isso, foram encontrados apenas quatro trabalhos relacionados ao nosso, o que mostra a carência de estudos como os apresentados neste artigo.

Em [11], os autores analisam como técnicas tradicionais de validao de requisitos so usadas em ambientes de desenvolvimento de software global, descrevendo os problemas relativos a aplicaoes dessas técnicas causados pelas restrioes de tais ambientes.

As abordagens tradicionais utilizadas nas indústrias do Paquisto para as fases da Engenharia de Requisitos so apresentadas em [13]. Elas foram capturadas através de entrevistas com 6 gerentes de projeto e engenheiros de requisitos de 8 empresas. Para a fase de validao de requisitos, eles detectaram que as técnicas mais usadas so as três consideradas neste trabalho, mais a inspeo. Contudo, eles no mostraram números dessa anlise, nem relacionaram essas informaoes com o perfil dessas empresas entrevistadas, como fizemos neste trabalho.

Em [14], os autores fizeram entrevistas sobre as prticas de validao de requisitos nas empresas de dois países e identificaram as quatro técnicas mais comuns: as três utilizadas neste trabalho, mais técnicas baseadas em modelos. Eles também avaliaram essas técnicas sob o ponto de vista de nível de satisfao com relao  captura de defeitos, tempo de aprendizagem e custo.

Uma anlise qualitativa sobre técnicas de validao de requisitos  apresentada em [12]. Os autores analisaram as técnicas de inspeo, gerao de casos de teste, prototipao, e resoluo de pontos de viso. Contudo, os autores no realizaram uma anlise quantitativa da utilizao real dessas prticas em empresas e indústrias e colocaram a necessidade dessa anlise de mercado como um importante trabalho futuro. Nosso trabalho visa preencher essa lacuna realizando uma anlise no mbito do mercado local em Fortaleza.

IV. METODOLOGIA

Para avaliar a utilizao das técnicas de validao de requisitos no mercado de TI de Fortaleza, foi elaborado um questionrio contendo perguntas de carter técnico e no técnico e que foi aplicado a

profissionais de empresas do setor público, privado e de terceirização em serviços de TI daquela cidade.

Para elaboração das questões técnicas, fez-se um estudo literário da Engenharia de Requisitos com ênfase no processo de validação de requisitos e suas principais técnicas, conforme aplicam algumas metodologias [3][6]. As questões técnicas tinham como propósito: verificar se o processo de validação está sendo aplicado, mesmo de forma incompleta; identificar quais os artefatos de entrada e saída produzidos no processo de validação; mensurar as principais formas de validação aplicadas nas empresas.

A respeito das questões não técnicas, foram elencadas informações sobre a empresa como o porte e a metodologia adotada. Elas são importantes para relacionar as atividades de requisitos com as características da empresa.

Em relação aos profissionais entrevistados, buscou-se compreender seu papel na empresa, se possui certificação na área de requisitos e seu tempo de experiência na atividade. Tais questões tiveram o propósito de verificar se há alguma influência em relação aos perfis dos entrevistados na prática da validação de requisitos em suas empresas.

O questionário foi organizado de maneira que inicialmente buscou-se conhecer o perfil do entrevistado e da empresa onde trabalha, e em seguida foram apresentadas as questões técnicas, como pode ser visto no Anexo 1 deste estudo. O questionário foi disponibilizado na internet por 10 (dez) dias e profissionais de TI daquele mercado local foram convidados a respondê-lo através de e-mails enviados para listas de discussões técnicas sobre o assunto e listas internas de diversas empresas. O questionário foi aplicado no primeiro semestre de 2015. Por fim, as respostas foram coletadas, catalogadas e posteriormente relacionadas. A partir dos resultados, os gráficos foram gerados, a fim de melhor apresentar os resultados deste trabalho. A próxima seção detalha os resultados obtidos.

V. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No total, 42 profissionais de TI responderam ao questionário, representando 35 empresas diferentes. O setor privado correspondeu a 54% das empresas, enquanto o setor público ficou em segundo lugar com 34%, seguido pelo setor de terceirização em órgãos públicos, com 12% dos entrevistados.

Foram coletadas as informações sobre as metodologias aplicadas nessas empresas. Mais da

metade dos respondentes, 60%, afirmaram que sua empresa utiliza metodologias ágeis, 17% citaram o RUP, e 14% afirmaram que a empresa utiliza outras metodologias (misto, própria, e SCRUM com PMBOK). No entanto, 9% dos entrevistados afirmaram que desconhecem a metodologia aplicada em sua empresa.

Além do perfil das empresas, foi traçado o perfil dos profissionais entrevistados. Destes, 24% possuem alguma certificação na área de requisitos, enquanto 76% não possuem. No que se refere ao tempo que os profissionais atuam na área em questão, 41% responderam que tem mais de 4 anos de experiência, 19% tem entre 3 e 4 anos de experiência, 21% tem entre 1 e 2 anos, e 19% tem menos de 1 ano de experiência na área. Esse dado mostra que os profissionais de requisitos que responderam ao questionário são, em sua maioria, experientes.

Os dados de certificação e experiência foram levantados com o objetivo de avaliar a relação entre esses dados. Como mostra a Figura 3, dentre os que responderam possuir alguma certificação, 60% possuem experiência de mais de 4 anos. Em segundo lugar, 20% dos entrevistados, que possuem experiência entre 1 e 2 anos, responderam ter certificação na área. Logo após, 10% que responderam possuir certificação, possuem experiência entre 3 e 4 ou menos de 1 ano. Como esperado, os profissionais com maior tempo na profissão possuem o maior percentual de certificações. Curiosamente, o grupo com experiência entre 1 e 2 anos teve maior percentual de certificação comparado ao grupo de entrevistados que possuem maior experiência (entre 3 e 4 anos). Não foi possível verificar a causa deste resultado inesperado. Para isso, seria necessário um questionamento mais específico.

A documentação de requisitos foi relacionada com a metodologia aplicada para verificar qual percentual de uso da documentação por metodologia. Como pode ser visto na Figura 4, as empresas que utilizam a metodologia RUP ou outras metodologias (misto, própria, Scrum e PMBOK) obtiveram 100% de percentual na documentação de requisitos.

Para a metodologia ágil, 19% das empresas não documentam os requisitos. Em relação às empresas em que se desconhece a metodologia, essas tiveram percentuais equivalentes nas três opções de respostas (33%). Esses dados estão coerentes com o que define cada uma das metodologias, ou seja, no RUP prevalece a documentação, o que gera 100%, e no ágil, a ênfase na documentação é menor, o que mostrou 81% de documentação.

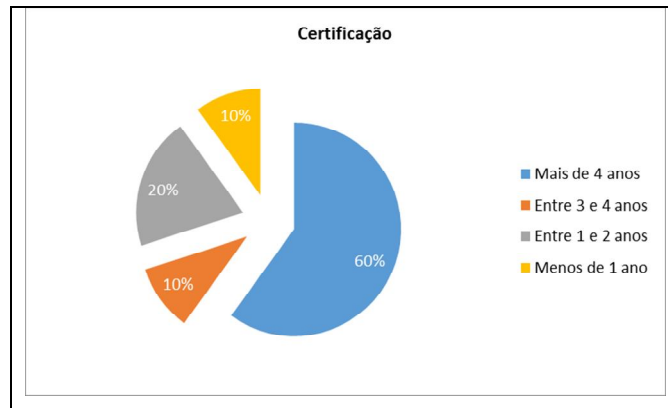


Figura 3. Relação da experiência do entrevistado e certificação

A respeito dos critérios mais importantes na validação de um requisito [3], 69% afirmaram que a viabilidade é o critério mais importante neste processo. Os seguintes critérios também foram citados como importantes: funcionalidades adicionais ou diferentes, com 66% das respostas, restrições ou descrições contraditórias, com 60%, e a testabilidade do requisito, com 43%. Um percentual pequeno de empresas, 3%, não avalia nenhum desses critérios.

Como mostra a Figura 5, observou-se que a prática das técnicas não demonstrou relação com os critérios de validação de funcionalidades adicionais ou diferentes e verificabilidade. A técnica de teste se mostrou menos criteriosa a respeito de verificar as restrições ou descrições contraditórias e viabilidade, obtendo apenas 20% e 45% respectivamente. Do contrário das demais técnicas que obtiveram: 67% e 68% para revisão e prototipação, respectivamente.

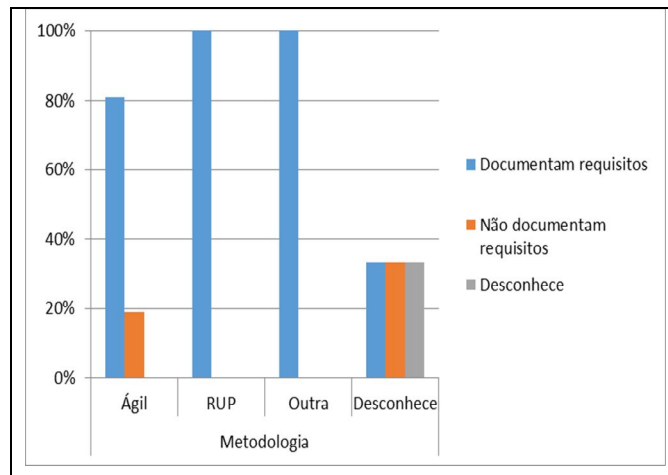


Figura 4. Relação entre documentação de requisitos e metodologias

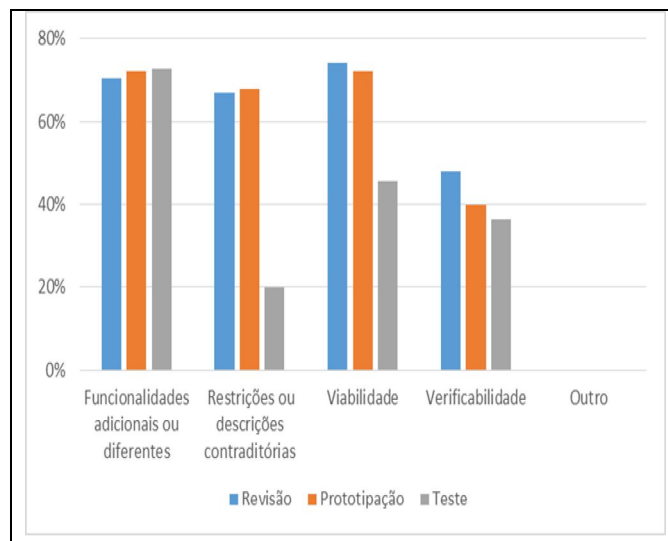


Figura 5. Critérios de validação de requisitos x Técnicas

Como mostra a Figura 5, os requisitos são avaliados quanto à sua facilidade de verificação, se esses foram escritos de modo que sejam verificáveis. As verificações de validade, consistência e realismo objetivam identificar funcionalidades adicionais ou diferentes, restrições ou descrições contraditórias e possibilidade de implementação, respectivamente.

Dentre os insumos considerados como entradas no processo de validação [3][6], o caso de uso é considerado em maior percentual (66%). Em seguida, com percentuais próximos, o documento de requisitos (46%) e o conhecimento organizacional (49%). Apesar deste último não ser uma entrada tangível, ele é muito importante, segundo mostram os autores em [3], uma vez que as pessoas envolvidas na validação de requisitos podem conhecer a organização, suas práticas, e o perfil dos desenvolvedores e usuários do sistema.

Como pode ser visto na Figura 6, alguns poucos profissionais responderam que usam outros insumos

no processo de validação. Neste caso, foram citadas histórias de usuários (*users stories*) e protótipos. Um dado interessante é que, mesmo que, a maioria das empresas estejam usando metodologias ágeis, os casos de uso ainda são bastante utilizados, nas empresas, em comparação às histórias de usuário.

As técnicas de revisão, prototipação e teste foram relacionadas com os insumos considerados no processo de validação. Dos resultados, a técnica de teste mostrou-se mais aderente no que se refere ao conhecimento organizacional obtendo 73%. Isso mostra que, ao utilizar técnica de teste, é necessário um bom conhecimento do negócio, a fim de planejar os testes a partir dos testes nos requisitos, antes mesmo de ter o sistema em execução. Para os demais insumos, as técnicas se mostraram similares, exceto o insumo documento de requisitos, o qual o teste se mostrou inferior, com 20%. A Figura 6 mostra esses resultados.

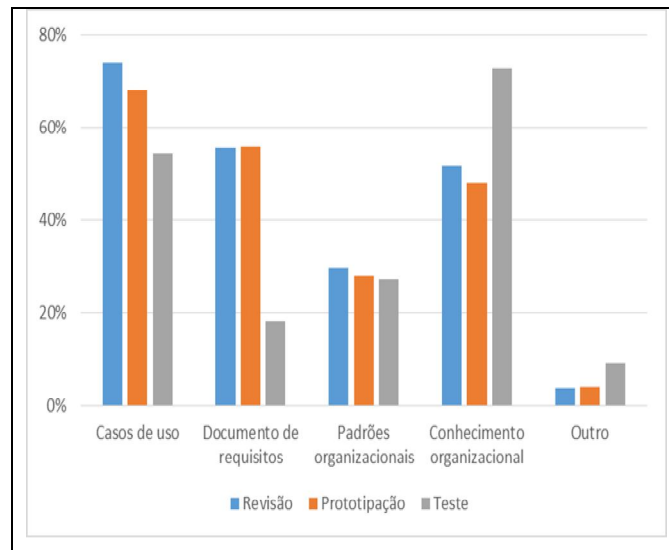


Figura 6. Insumos do processo de validação de requisitos x Técnicas

Quando questionados sobre as saídas do processo de validação, os respondentes consideraram a lista de ações a serem realizadas em maior percentual (66%). Em seguida, o relatório de problemas, com 34%, e outros (caso de uso com os problemas destacados, verificação do analista ou do cliente e feedback), com 17%. Com este resultado, observa-se que as empresas priorizam a resolução de problemas diante do registro do que está incorreto. Porém, os problemas estão relacionados às ações listadas.

As técnicas foram relacionadas com as saídas do processo de validação de requisitos. Como ilustra a Figura 7, tais resultados mostraram que o grau de importância na geração dessas saídas não sofre influência no uso da técnica. A respeito do relatório de problemas, as técnicas de revisão, prototipação e teste obtiveram 41%, 32% e 36% respectivamente. Já no que se refere às ações a serem as técnicas: revisão, prototipação e teste obtiveram 74%, 72% e 64% respectivamente.

Em relação às técnicas utilizadas no processo de validação de requisitos, a técnica de revisão é a mais utilizada, com 43% das respostas. Próximo desse

percentual, 40% usam a técnica de prototipação. Por último, 17% responderam utilizar a técnica de teste. Acredita-se que as técnicas de revisão e prototipação são bem mais usadas nas empresas porque elas trazem uma maior interação entre os envolvidos (fornecedores e clientes).

O uso das técnicas foi relacionado com os tipos de organização com o propósito de avaliar a utilização de uma técnica por um tipo de organização específico. O resultado pode ser visualizado na Figura 8. Pode-se observar que a técnica mais utilizada é a revisão nos três tipos de organização. A técnica de prototipação ocorre com percentuais próximos: público (67%), privado (74%) e terceirizado (75%). No setor terceirizado, a revisão mostrou-se em 100% das respostas. Isso ocorreu porque a revisão permite, a partir de um *checklist*, avaliar a qualidade esperada pelo contratante, além de possuir um baixo custo. A técnica de teste exige uma maior confiança em relação ao contratado, pois, normalmente, o contratado define o requisito e avalia o mesmo, através da elaboração dos casos de teste.

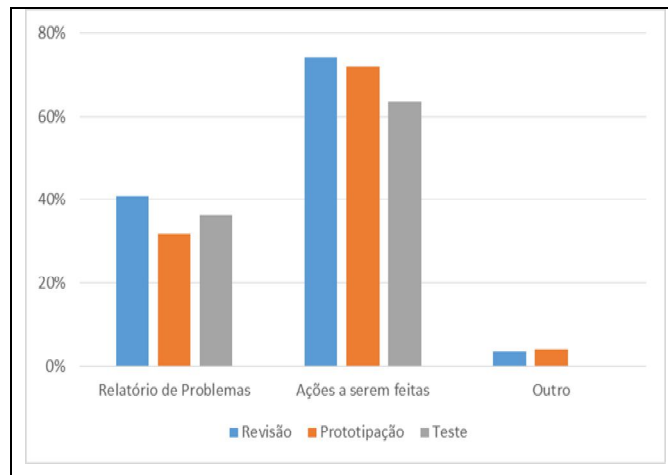


Figura 7. Saídas do processo de validação de requisitos x Técnicas

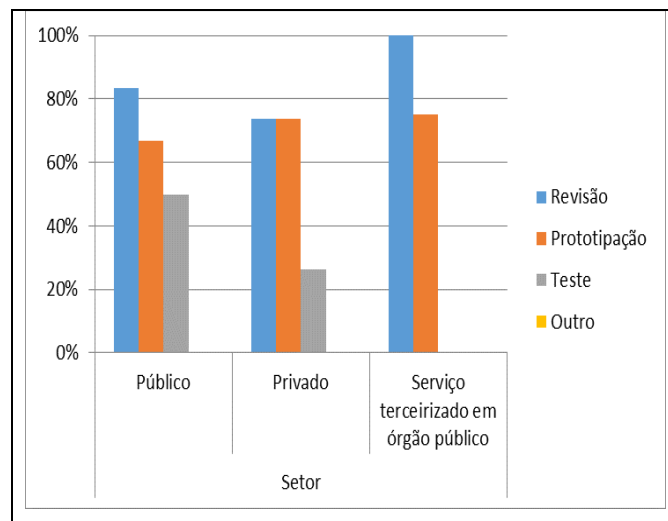


Figura 8. Técnicas utilizadas x tipo de organização

A técnica de teste é utilizada em maior percentual (50%) no setor público e desconsiderada no serviço terceirizado. Pode ser observado que as empresas que prestam serviço terceirizado em órgão público, normalmente, seguem um escopo contratual, o que possivelmente gerou o não uso da técnica de teste. Porém, a não utilização do teste para a validação dos requisitos não significa que o requisito não será testado em um momento posterior.

A Figura 9 mostra o relacionamento das técnicas de validação com o tipo de processo utilizado nas empresas. Todas as empresas que utilizam RUP aplicam a técnica de revisão e, em 85% delas, a técnica de prototipação, mas nenhuma utiliza a técnica de teste na validação dos requisitos. Para empresas que utilizam a metodologia ágil, 71% aplicam a técnica de revisão, 43% responderam que utilizam testes para validar os requisitos, e 43% aplicam prototipação.

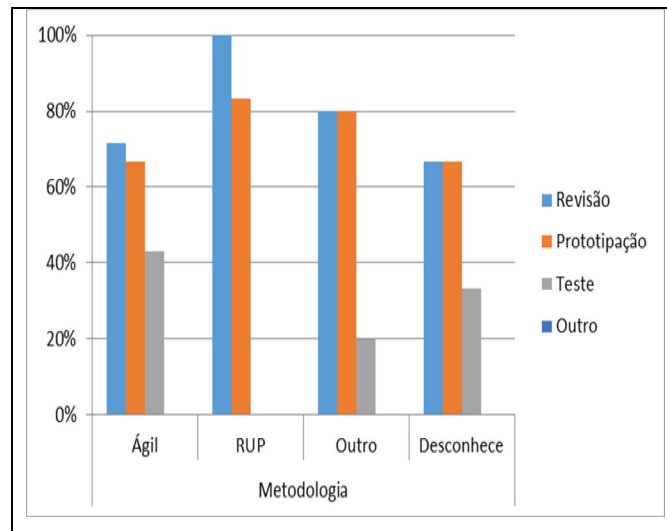


Figura 9. Técnicas utilizadas x metodologia das empresas

Ao detalhar a técnica de revisão de requisitos, cada entrevistado respondeu quais atividades do processo de revisão são executadas em sua empresa. A Figura 10 revela que, do total de empresas entrevistadas, 46% planejam a revisão e realizam a distribuição da documentação, 51% se preparam para reunião de revisão, 66% realizam a reunião de revisão, 60% supervisionam a documentação e 63% revisam a documentação.

Para a técnica de prototipação, a maioria das empresas seguem as recomendações para esta técnica, pois 66% das empresas estabelecem o objetivo do protótipo e 63% planejam seu escopo antes de implementá-lo. A Figura 11 mostra como é praticado o processo de validação de requisitos com a técnica de prototipação.

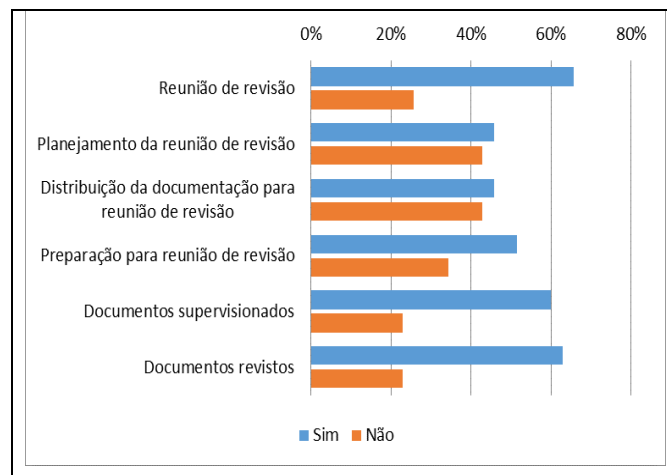


Figura 10. Respostas do processo de validação com a revisão

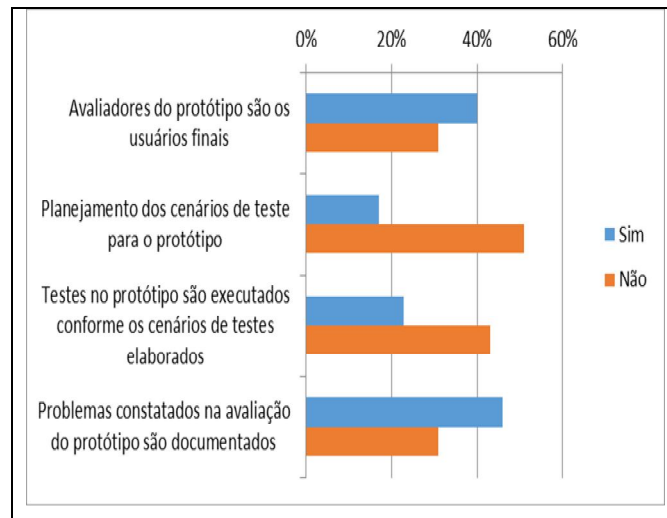


Figura 11. Validação de requisitos com prototipação

Do total de empresas entrevistadas, 40% dos avaliadores são usuários finais, 17% planejam cenários de teste, 23% executam os cenários de teste e 46% documentam os problemas constatados. Contudo, as empresas que utilizam a prototipação dão menos importância às atividades relacionadas ao planejamento. Além disso, seus avaliadores em grande maioria não são os usuários finais, o que pode comprometer a eficácia.

A Figura 12 mostra as respostas sobre o uso do teste para a validação de requisitos. Do total de

empresas que utilizam a técnica de teste, 37% consideram mais importantes a completude e a verificação se o requisito pode ser reescrito. Em seguida, 34% planejam quais cenários serão utilizados para avaliar o requisito.

De acordo com a Figura 13, a técnica de revisão junto da prototipação é utilizada em maior número (46%). Como já citado neste capítulo, de fato, as técnicas de revisão e prototipação são mais utilizadas pelas empresas.

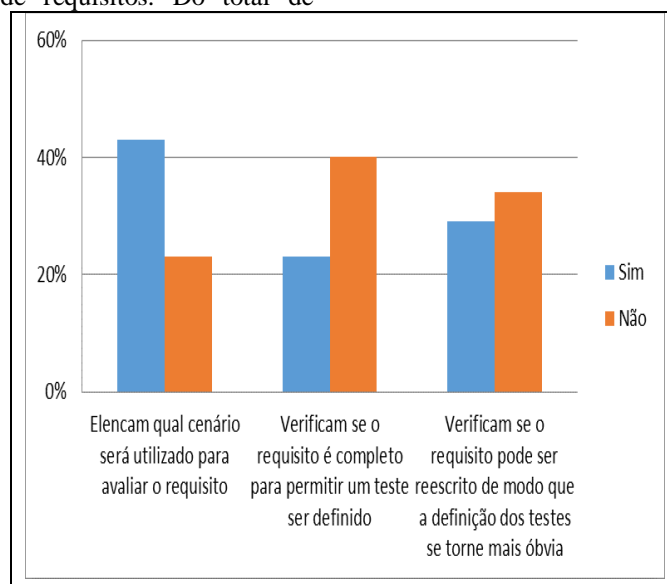


Figura 12. Uso de casos de teste na validação de requisitos

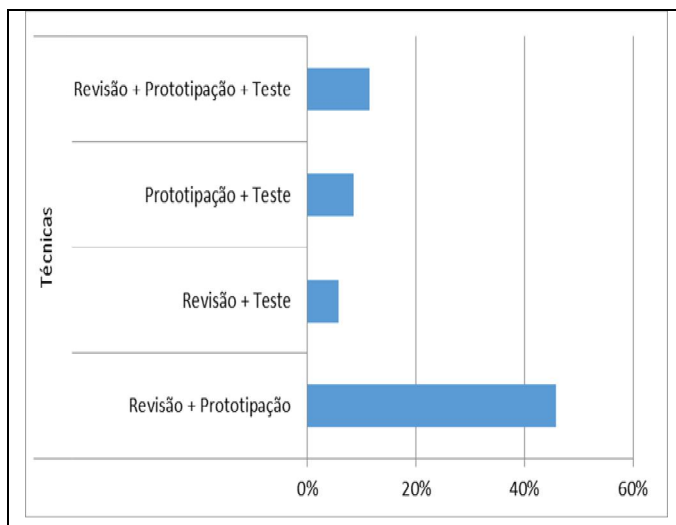


Figura 13. Uso das técnicas de validação em conjunto

VI. DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos, foi possível traçar o perfil das empresas e profissionais que foram observados. O perfil majoritário das empresas respondentes é de uma empresa privada e que utiliza metodologia ágil. Os profissionais respondentes da área de requisitos em Fortaleza são experientes, no quesito de tempo de atuação, mas não procuram obter certificação.

De acordo com as respostas, pode-se constatar que o processo de validação de requisitos é realizado de forma incompleta. Prioriza-se a execução da validação, ante o planejamento de como a execução da validação deve ser realizada. Independentemente de processo de desenvolvimento, a documentação de requisitos é uma prática comum.

As empresas utilizam as técnicas de revisão e prototipação em maior percentual. Conforme descrito na seção 2, essas técnicas dão maior destaque à participação e feedback do cliente. Além disso, a validação é guiada por algum artefato (checklist ou protótipo) que permite validar outros fatores (padrões organizacionais e requisitos de interface). De acordo com o processo, há utilização ou não da técnica de validação de requisitos por testes.

As empresas que utilizam processos ágeis dão mais importância aos testes, comparando-as com as empresas que aplicam o RUP ou outras metodologias. Isto é coerente com a literatura, dado que os processos ágeis focam no desenvolvimento dirigido por testes [1].

A verificação da viabilidade do requisito é o critério de maior importância no processo de validação. Os critérios de funcionalidades adicionais ou diferentes, restrições ou descrições contraditórias são avaliados numa proporção similar à viabilidade. A verificabilidade não é descartada como critério na validação de requisitos, porém ocorre em menor número comparado aos critérios já citados. Nenhum outro critério foi apontado na validação de requisitos.

Verificou-se que no processo de validação, os padrões organizacionais têm pouca relevância como insumo. Busca-se usar algum artefato de requisitos (casos de uso ou documento de requisitos) junto do conhecimento organizacional como entrada no processo. Também se constatou que as empresas dão menos importância ao registro dos problemas encontrados na validação de requisitos, porém, priorizam o registro das soluções para estes problemas. Contudo, por algumas questões, como por exemplo, o prazo, as empresas menosprezam a catalogação dos problemas junto de sua classificação e solução. Isso é de suma importância, já que permite priorizar a resolução de problemas. Essa prática também faz com que seja gerado um histórico de problemas constatados para análise futuras, bem como soluções relacionadas.

A grande maioria das empresas aplica boas práticas no processo de prototipação, conforme descrito na seção 2. Contudo, os avaliadores do protótipo nem sempre são seus usuários finais.

Quando é utilizada a técnica de teste na validação de requisitos, observou-se que alguns registros (requisito que foi testado, requisitos relacionados, tipo de teste aplicado e recomendações) nos testes de

requisitos recomendados pela literatura, conforme a seção 2, são desconsiderados. Em maior relevância são registrados os problemas encontrados. De acordo com a seção 2, isso não atende às boas práticas no teste de requisitos. A ausência dos registros, acima mencionados, em detrimento de registrar apenas os problemas encontrados, muito provavelmente dificultará a rastreabilidade dos testes dos requisitos.

Verificou-se também que analisar a completude do requisito não é tão importante comparado aos seguintes itens: elencar qual cenário será utilizado para avaliar o requisito e verificar se o requisito pode ser reescrito de modo que a definição dos testes se torne mais óbvia.

VII. AMEAÇAS À VALIDADE

Nesta seção discutimos os principais riscos à validade que podem afetar os resultados obtidos neste trabalho.

Primeiramente, podemos discutir ameaças quanto à amostragem. A ideia da pesquisa é alcançar não só o maior número de profissionais de TI em Fortaleza, mas principalmente o maior número de empresas, pois assim podemos ter uma diversidade maior de respostas, tornando mais realístico o resultado. Para tentar maximizar o número de empresas alcançadas, optamos por disponibilizar o questionário através de um formulário eletrônico, que foi divulgado em listas de discussão privadas de empresas e listas de discussão públicas, sejam acadêmicas ou voltadas a um tema de mercado, que incluem profissionais de várias empresas diferentes.

Uma consequência negativa é que não temos como precisar quantas empresas foram alcançadas com essa abordagem, ou seja, possivelmente alguns profissionais de outras empresas, além das 35 nas quais trabalham os respondentes, receberam o formulário, mas por algum motivo não o responderam. Com isso, não podemos precisar a porcentagem de empresas respondentes em relação ao total que recebeu o questionário. Uma possibilidade seria contatar diretamente essas empresas e disponibilizar o questionário para elas e não apenas a um ou mais de seus colaboradores, pois a resposta de um único profissional da empresa pode não representar as práticas dessa empresa. Para realizar isso, uma sugestão é consultar o número de empresas associadas

à ASSESPRO-CE¹. Mesmo assim, apesar de ser um indicador do número real de empresas, ainda podem haver muitas outras empresas que não sejam associadas (por exemplo, as do setor público). Com isso, a distribuição poderia se limitar apenas a um grupo restrito de empresas, aumentando os riscos quanto à amostragem da pesquisa.

Em relação à amostragem dos profissionais, o único requisito exigido para considerar as respostas válidas é que o profissional trabalhe com alguma forma de validação de requisitos ou saiba como esse processo é realizado em sua empresa. Com isso, tentou-se evitar um viés de respostas específicos de um grupo de profissionais, como por exemplo, apenas testadores, ou apenas certificados, ou por tempo experiência profissional.

Outra ameaça que podemos levantar diz respeito à criação do questionário e o teor das perguntas. Como não encontramos em outros trabalhos um questionário que medisse quantitativamente os dados analisados neste trabalho, tivemos que criar o questionário de acordo com o referencial teórico estudado [3][6] e a experiência de mercado dos autores. Para minimizar esse risco, as questões foram elaboradas de acordo com as instruções apresentadas em [15].

É possível que algumas técnicas de validação tenham ficado de fora, mas as que foram abordadas são consenso entre autores pesquisados e profissionais contatados. Para atenuar essa ameaça, foi disponibilizada a opção “Outros” em algumas perguntas, juntamente com um campo descritivo, para que o respondente possa indicar a ausência de alguma técnica, artefato ou informação que ele utiliza em sua empresa.

Por fim, citamos ainda como ameaça à análise dos resultados o nível de confiança dos profissionais em relação às suas respostas, especialmente as que se referem a informações das empresas, uma vez que estas se basearam em conhecimentos que os próprios profissionais têm da empresa onde trabalham. Não foi solicitada nenhuma comprovação que as informações prestadas pelos profissionais estavam de acordo com os procedimentos da empresa.

¹ Associação das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação, Software e Internet – Regional Ceará: <http://www.assespro-ce.org.br/>

VIII. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma pesquisa quantitativa sobre o uso de técnicas de validação de requisitos em empresas no setor de TI de Fortaleza. Os objetivos do trabalho foram alcançados, considerando que foi realizado um estudo comparativo acerca da utilização das técnicas de validação no mercado local, a partir de um conjunto de questões elencadas com base na literatura sobre o assunto. Para captura de dados, foi elaborado um questionário contendo pontos essenciais à aplicação dessas técnicas e que foi respondido por 42 profissionais de 35 empresas abrangendo os setores público, privado e terceirizado. As técnicas consideradas foram: revisão, prototipação e geração de casos de teste. A análise mostrou que revisão e prototipação são as técnicas mais utilizadas, independentemente do tipo de organização e metodologia de desenvolvimento adotada pela empresa.

A principal contribuição deste artigo é mostrar um cenário da validação de requisitos nas empresas de TI de Fortaleza. A partir desses resultados, foi possível identificar como essas técnicas estão sendo utilizadas na prática e relacionar que fatores influenciam na sua adoção, como metodologia de desenvolvimento utilizada, tipo da empresa, experiência do profissional, dentre outras. Além disso, esperamos que esse trabalho sirva de base para a realização de pesquisas semelhantes em outras cidades, o que permitirá conhecer e analisar as similaridades e diferenças da utilização de técnicas de validação de requisitos em diferentes estados e regiões do país. Para tanto, o questionário utilizado foi disponibilizado no Anexo I deste artigo. Por fim, esse trabalho também pode servir de *feedback* para as próprias empresas entrevistadas para que possam ter uma visão geral de onde devem investir e melhorar para aumentar a qualidade dos seus softwares produzidos.

Como trabalhos futuros, podemos destacar: aplicar o questionário diretamente à empresa, e não a um funcionário dela, para entender como a validação de requisitos acontece do ponto de vista da empresa, ou realizar entrevistas semiestruturadas *in loco* na empresa, com base no questionário elaborado; buscar o apoio de uma organização que agregue as empresas de tecnologia de Fortaleza, para que este trabalho tenha maior participação da comunidade empresarial; inserir outras técnicas de validação de requisitos na análise; finalmente, aplicar alguma técnica de correlação de dados, para identificação de relações não tão óbvias.

IX. AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que dedicaram uma parcela do seu tempo para responder ao questionário deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Beck, K. (2002). Test-Driven development by example. Addison-Wesley Professional.
- [2] Bertini, L. A.; Kirner, T. G.; Montebelo, M. I.; Lara, I. A. R. (2006) "Técnicas de Inspeção de Documentos de Requisitos de Software: um Estudo Comparativo". In Workshop de Engenharia de Requisitos (WER) 2006.
- [3] Kotonya, G. and Sommerville, I. (1998). Requirements Engineering: Processes and Techniques. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- [4] Nuseibeh, B. and Easterbrook, S. (2000). Requirements engineering: A roadmap. In Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering. ICSE '00. New York, NY, USA, 35–46. ACM.
- [5] Sommerville, I. (2011). Engenharia de software, 9a Edição. Pearson Addison-Wesley.
- [6] Wiegers, K. E. and Beatty, J. (2013). Software Requirements, 3a Edição. Microsoft Press.
- [7] El-Emam, K. & Birk, A. (2000). Validating the ISO/IEC 15504 Measure of Software Requirements Analysis Process Capability. Journal of Systems and Software, 51(2), pp. 119-149.
- [8] Blackburn, M. R.; Busser, R.; Nauman, A. (2001) "Removing Requirement Defects and Automating Test". In International Conference on Software Testing, Analysis & Review (STAREAST), Orlando, Flórida, EUA.
- [9] Leite, J.C.S.P. and Freeman, P. A. (1991). Requirements Validation Through Viewpoint Resolution. IEEE Trans. Softw. Eng. 17, 12 (December 1991), 1253-1269.
- [10] Locucopoulos, P., and Karakostas V (1995). System Requirements Engineering, McGraw-Hill Book Company Europe, Berkshire, UK.
- [11] Yousuf, F.; Zaman, Z.; Ikram, Naveed (2008). Requirements validation techniques in GSD: A survey, Multitopic Conference, 2008. INMIC 2008. IEEE International , vol., no., pp.553,557, 23-24 Dec.
- [12] Raja, U.A. (2009), Empirical studies of requirements validation techniques, Computer, Control and Communication, 2009. IC4 2009. 2nd International Conference on , vol., no., pp.1,9, 17-18 Feb.
- [13] Khan, K.; Kumar, P.V.V.; Ahmad, A.; Riaz, T.; Anwer, W.; Suleman, M.; Ajmal, O.; Ali, T.; Chaitanya, A.V.K. (2011), "Requirement Development Life Cycle: The Industry Practices," Software Engineering Research, Management and Applications (SERA), 2011 9th International Conference on , vol., no., pp.12,16, 10-12 Aug.
- [14] Saqi, S. B., Ahmed, S (2010). Requirements Validation Techniques practiced in industry: Studies of six companies. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- [15] Kitchenham, B. and Pfleeger, S. (2002). Principles of survey research: part 2: designing a survey. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 27(1):44–45.
- [16] Cavada, R.; Cimatti, A.; Mariotti, A.; Mattarei, C.; Micheli, A.; Mover, S.; Pensallorto, M.; Roveri, M.; Susi, A.; and Tonetta, S. (2009). Supporting Requirements Validation: The EuRailCheck Tool. In Proceedings of the 2009 IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE '09). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 665-667.

- [17] Scandurra, P.; Arnoldi, A.; Yue, T.; and Dolci, M. (2012) Functional requirements validation by transforming use case models into Abstract State Machines. In *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC '12)*. ACM, New York, NY, USA, 1063-1068.
- [18] Cimatti, A.; Roveri, M.; Susi, A.; and Tonetta, S. (2013) Validation of requirements for hybrid systems: A formal approach. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.* 21, 4, Article 22. February.
- [19] Arnold, D. and Corriveau, J. (2008) Automated instrumentation of contracts and scenarios for requirements validation in .net. In *Proceedings of the 3rd international workshop on Automation of software test (AST '08)*. ACM, New York, NY, USA, 63-66.
- [20] Andrade, E.; Maciel, P.; Callou, G.; Nogueira, B.; and Araújo, C. (2009) Mapping UML sequence diagram to time petri net for requirement validation of embedded real-time systems with energy constraints. In *Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing (SAC '09)*. ACM, New York, NY, USA, 377-381.
- [21] Cavada, R.; Cimatti, A.; Micheli, A.; Roveri, M.; Susi, A.; and Tonetta, S. (2011) OthelloPlay: a plug-in based tool for requirement formalization and validation. In *Proceedings of the 1st Workshop on Developing Tools as Plug-ins (TOPI '11)*. ACM, New York, NY, USA, 59-59.

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO

O questionário visa analisar a adoção, no mercado local, das seguintes técnicas utilizadas na validação de requisitos: revisão, prototipação e teste.

Antes de iniciar o questionário acerca das questões técnicas, favor responder as perguntas de 1 a 7 referentes ao seu perfil e da empresa em que trabalha.

1. Qual o setor da empresa?
 - a) Público
 - b) Privado
 - c) Serviço terceirizado em órgão público
2. Qual o porte da empresa?
 - a) Pequena
 - b) Média
 - c) Grande
3. Qual a metodologia utilizada na empresa?
 - a) RUP
 - b) Ágil
 - c) Desconhece
 - d) Outra
4. Qual o nome da empresa?
(Informação necessária apenas para diferenciar entre as demais empresas).
5. Qual seu papel exercido na empresa?
6. Você possui alguma certificação na área de requisitos?
 - a) Sim
 - b) Não
7. Considerando que você exerce algum papel relacionado com requisitos, quanto tempo de experiência?
 - a) Menos de 1 ano
 - b) Entre 1 e 2 anos
 - c) Entre 3 e 4 anos
 - d) Mais de 4 anos
8. Os requisitos levantados são documentados?
 - a) Sim
 - b) Não
 - c) Desconhece
9. Antes dos requisitos serem construídos, eles são avaliados quanto algum dos critérios a seguir?
 - a) Funcionalidades adicionais ou diferentes
 - b) Restrições ou descrições contraditórias
 - c) Viabilidade
 - d) Verificabilidade
 - e) Nenhum
10. Quais dos artefatos a seguir são utilizados como insumos no processo de validação de requisitos?
 - a) Casos de Uso
 - b) Documento de requisitos
 - c) Padrões Organizacionais
 - d) Conhecimento Organizacional
 - e) Nenhum
 - f) Outro
11. Quais dos artefatos a seguir são utilizados como saída no processo de validação de requisitos?
 - a) Relatório contendo a lista de problemas
 - b) Ações a serem feitas em função dos problemas constatados
 - c) Nenhum
 - d) Outro
12. Quais das técnicas a seguir são utilizadas no processo de validação de requisitos?
 - a) Revisão
 - b) Prototipação
 - c) Teste
 - d) Nenhum
 - e) Outro
13. Considerando que é utilizada a técnica de revisão no processo de validação de requisitos, há uma reunião de revisão? (Reunião de revisão para apontar problemas e levantar soluções).
 - a) Sim
 - b) Não

14. Considerando que é utilizada a técnica de revisão no processo de validação de requisitos, a reunião de revisão é planejada? (Definição da equipe de revisores e local de reunião da revisão).
- Sim
 - Não
15. Considerando que é utilizada a técnica de revisão no processo de validação de requisitos, há distribuição da documentação? (Distribuição dos artefatos entre os revisores antes da revisão).
- Sim
 - Não
16. Considerando que é utilizada a técnica de revisão no processo de validação de requisitos, há uma preparação para revisão? (Leitura dos artefatos e identificação dos problemas).
- Sim
 - Não
17. Considerando que é utilizada a técnica de revisão no processo de validação de requisitos, os problemas identificados são supervisionados quanto a suas resoluções?
- Sim
 - Não
18. Considerando que é utilizada a técnica de revisão no processo de validação de requisitos, após a reunião de revisão, os documentos são revistos? (Verificação dos ajustes nos artefatos de requisitos, conforme a solução dada na revisão).
- Sim
 - Não
19. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, o objetivo do protótipo está estabelecido e claro entre os envolvidos?
- Sim
 - Não
20. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, o escopo do protótipo é definido a fim de evitar custo desnecessário?
- Sim
 - Não
21. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, qual tipo de ferramenta é utilizada para elaboração do protótipo?
- Esboços em papel
 - Ferramentas de desenho técnico
 - Ambiente real de desenvolvimento
 - Nenhum
 - Outro
22. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, os avaliadores do protótipo são os usuários finais?
- Sim
 - Não
23. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, são planejados cenários de teste para o protótipo?
- Sim
 - Não
24. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, os testes no protótipo são executados conforme os cenários de testes elaborados?
- Sim
 - Não
25. Considerando que é utilizada a técnica de prototipação no processo de validação de requisitos, os problemas constatados na avaliação do protótipo são documentados?
- Sim
 - Não
26. Considerando que é utilizada a técnica de teste no processo de validação de requisitos é elencado qual cenário será utilizado para avaliar o requisito?
- Sim
 - Não
27. Considerando que é utilizada a técnica de teste no processo de validação de requisitos é verificado se o requisito é completo para permitir um teste ser definido?
- Sim
 - Não
28. Considerando que é utilizada a técnica de teste no processo de validação de requisitos é verificado se

o requisito pode ser reescrito de modo que a definição dos testes se torne mais óbvia?

- a) Sim
- b) Não

29. Considerando que é utilizada a técnica de teste no processo de validação de requisitos, os resultados dos testes de requisitos são registrados?

- a) Sim
- b) Não

30. Considerando que é utilizada a técnica de teste no processo de validação de requisitos, quais das informações a seguir, do teste de requisitos, são registrados?

- a) Requisito que foi testado
- b) Requisitos relacionados com o requisito testado
- c) Tipo de teste aplicado
- d) Problemas constatados nos requisitos testados
- e) Recomendações