

Capacidade do Cliente na Solicitação de Requisitos Não-Funcionais

Trilha de Trabalhos Técnicos

Andreia R. Silva¹, Placido R. Pinheiro¹, Adriano B. Albuquerque¹,
Jonatas C. Barroso²

¹Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada
Universidade de Fortaleza – Fortaleza, CE – Brazil

²Departamento de Computação – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Fortaleza, CE – Brazil

andreaersp@gmail.com, placido@unifor.br, adrianoba@bnb.gov.br,
jonatasbarroso@gmail.com

Abstract. *Non-functional requirements (NFR) need to be known and properly treated since the beginning of the software development cycle. This study aims to investigate whether the NFR of the application can be obtained from the customers, according to the opinion of the professionals involved with the software development process. For this, a research process based on the model provided by Kitchenham and Pfleeger was used. 98 (ninety eight) professionals with different levels of experience participated of the research. Results showed that professionals believe that most NFR types can not be requested by the application customers because of lack of technical knowledge.*

Resumo. *Requisitos não-funcionais (RNFs) precisam ser conhecidos e adequadamente tratados desde o início do ciclo de desenvolvimento do software. O objetivo deste artigo foi investigar se é possível obter dos clientes os RNFs da aplicação, de acordo com a opinião dos profissionais envolvidos com o processo de desenvolvimento. Para isso, foi utilizado um processo de pesquisa baseado no modelo disponibilizado por Kitchenham e Pfleeger. A pesquisa contou com a participação de 98 (noventa e oito) profissionais com diferentes níveis de experiência. Os resultados mostraram que os profissionais acreditam que a maioria dos tipos de RNFs não pode ser solicitada pelo cliente da aplicação em virtude da falta de conhecimento técnico necessário.*

1. Introdução

Requisitos Não-Funcionais (RNFs) precisam ser conhecidos e adequadamente tratados desde o início do ciclo de desenvolvimento do software, pois eles podem influenciar a escolha das tecnologias utilizadas, os padrões de desenvolvimento adotados, as estratégias de alocação de recursos de hardware e os mecanismos de segurança. Além disso, conhecer os RNFs nos estágios iniciais do desenvolvimento pode ajudar a

melhorar as estimativas de tamanho, esforço e custo do projeto e também pode evitar o retrabalho.

Toda aplicação possui RNF [Slankas e Williams 2013], mas alguns fatores contribuem para a falta de tratamento desses requisitos. Primeiramente, a elicitação de RNFs é uma atividade complexa e de alto custo que exige o envolvimento de profissionais experientes e com conhecimentos específicos [Silva, Pinheiro e Albuquerque 2016]. Além disso, os engenheiros de requisitos não possuem o apoio necessário para a realização dessa atividade. Os métodos de desenvolvimento e técnicas de elicitação dispensaram grande parte de sua atenção ao tratamento dos requisitos funcionais [Cysneiros 2000; Rahman e Ripon 2013; Silva *et al.* 2016a]. Na literatura, é possível encontrar conceitos sobre RNFs, mas não há muitos detalhes de como tratá-los. Outro fator importante é que os clientes, muitas vezes, não possuem os conhecimentos técnicos necessários para solicitar RNFs ou, até mesmo, para compreendê-los. Mas, sendo a qualidade um conceito relativo, que depende de cada cliente, envolvê-lo no processo de elicitação desses requisitos é fundamental.

Os objetivos dessa investigação foram identificar se, na opinião dos profissionais envolvidos com o processo de desenvolvimento, é possível obter dos clientes os requisitos não-funcionais necessários para a aplicação a ser desenvolvida; e obter uma visão atual da prática de elicitação de RNFs em organizações de software.

Uma busca na literatura permitiu encontrar alguns trabalhos relacionados que analisam a situação da elicitação de RNFs em organizações [Ameller *et al.* 2012; Borg *et al.* 2003; Phillips, Aurum e Svensson 2012; Svensson, Gorschek e Regnell 2009; Svensson *et al.* 2011; Vara *et al.* 2011], mas esses estudos não capturam a opinião dos participantes sobre quais requisitos podem ser elicitados com o cliente. Além disso, essas pesquisas, com exceção do trabalho de Phillips, Aurum e Svensson (2012), contaram com uma quantidade média de 19 (dezenove) participantes em poucas organizações. Portanto, a realização de uma nova pesquisa abordando esse tema é importante para ter uma visão mais atual e detalhada sobre como as organizações estão elicitando esses requisitos.

Parte dos resultados deste estudo pode ser conferido no trabalho já publicado em [Silva *et al.* 2016b]. Portanto, este artigo abordará apenas as diferenças; especialmente, o método de pesquisa utilizado (Seção 2), os resultados obtidos no estudo que não foram abordados no trabalho anterior (Seção 3), as ameaças à validade (Seção 4), a comparação com os trabalhos relacionados (Seção 5) e, finalizando, as lições aprendidas e as principais conclusões da pesquisa (Seção 6).

2. Método de Pesquisa

Dentre as principais preocupações existentes no planejamento de um *survey*, Zhang e Budgen (2013) destacam: definição da população a ser estudada, utilização de formas adequadas de amostragem, obtenção de uma taxa de resposta adequada e utilização de mecanismos para evitar vieses nas perguntas. Para o contexto deste trabalho, foi desenvolvido um processo de pesquisa baseado no modelo disponibilizado por Kitchenham e Pfleeger (2001, 2002a, 2002b, 2002c, 2002d, 2003).

Esse processo, resumido na Figura 1, incluiu a *Composição* de um questionário, a *Validação* do questionário por investigadores experientes, a aplicação de um *Piloto* para assegurar a aplicabilidade e a viabilidade do questionário, a *Evolução* do questionário com base nas avaliações realizadas e a *Realização* da pesquisa com os profissionais por meio da aplicação do questionário finalizado. As atividades do processo estão detalhadas nas subseções seguintes.

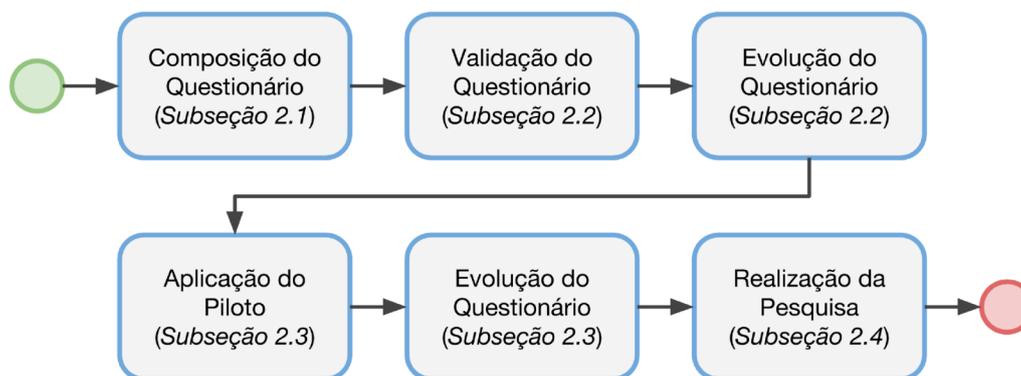


Figura 1. Processo de definição e aplicação da pesquisa

2.1. Composição do Questionário

Para alcançar os objetivos deste estudo, as questões que a pesquisa buscou responder foram:

- **QP1** - *Os profissionais acreditam ser possível elicitare RNFs com o cliente?* As propostas encontradas na literatura que apóiam a elicitação dos RNFs abordam as características não-funcionais do software do ponto de vista técnico, utilizando uma linguagem que não facilita a compreensão pelos clientes da aplicação [Dorr *et al.* 2003; Rao e Gopichand 2011; Sindre e Opdahl 2005; Wang *et al.* 2010]. Assim, o propósito desta questão é identificar se os profissionais acreditam que os clientes são capazes de opinar sobre esses tipos de requisitos.
- **QP2** - *Os RNFs são elicitados nas organizações?* O propósito desta questão é conhecer o cenário atual das organizações quanto à prática de elicitação de requisitos não-funcionais.
- **QP3** - *Qual a qualidade dos RNFs elicitados?* Com esta questão busca-se conhecer como os profissionais classificam, em termos de qualidade, os requisitos definidos nas organizações de desenvolvimento de software.
- **QP4** - *Por quais motivos as organizações de desenvolvimento de software não elicitam RNFs?* É possível que organizações também não costumem elicitar RNFs. A opinião dos profissionais participantes da pesquisa dará subsídios para entender as causas desse fenômeno e ajudará a definir os aspectos a serem tratados para enfrentar esse problema.
- **QP5** - *Um mecanismo de apoio à elicitação dos RNFs seria útil?* Uma vez que a elicitação de RNFs é fundamental para a qualidade do software desenvolvido, em particular, buscou-se ainda capturar, do ponto de vista dos profissionais que

participam do desenvolvimento de software, a importância de um guia para apoiar a elicitação desses requisitos e a expectativa desses profissionais em relação à composição desse guia.

A pesquisa foi composta por 5 (cinco) partes¹, contendo questões objetivas e subjetivas. Além disso, algumas questões eram dependentes de outras e, portanto, só eram disponibilizadas para os participantes de acordo com as respostas atribuídas a outras questões. Assim, o formulário foi estruturado de forma a obter o perfil do participante, dados da organização onde trabalha e respostas às questões de pesquisa.

- **Parte I** - Contemplou questões relacionadas à organização em que o participante atuava no momento da pesquisa, tais como tempo de atuação, tipo de organização e tipo de serviço prestado.
- **Parte II** - Abordou questões relacionadas ao perfil do participante, como grau de escolaridade e tempo de experiência.
- **Parte III** - Buscou identificar, dentre as subcaracterísticas de RNFs disponibilizadas pela norma ISO/IEC 25010-2011 [ISO 2011], aquelas que poderiam ser solicitadas pelo cliente. Para isso, foram listadas e devidamente conceituadas as subcaracterísticas de requisitos não-funcionais. Em seguida, foi solicitado que o participante escolhesse apenas uma opção dentre três disponíveis: *Cliente*, *Equipe Técnica* e *Não Se Aplica*. O participante deveria selecionar a opção *Cliente* caso concordasse que, mesmo sem conhecimento técnico, o cliente seria capaz de solicitar um requisito correspondente à respectiva subcaracterística. A opção *Equipe Técnica* deveria ser selecionada caso o participante considerasse que apenas uma equipe com conhecimentos técnicos e informações especializadas poderia definir um requisito associado à respectiva subcaracterística. Já a opção *Não Se Aplica* seria selecionada nos casos em que o participante considerasse que um requisito correspondente à subcaracterística deveria ser inerente ao software, ou seja, obrigatoriamente atendido independente da solicitação do cliente. Esses esclarecimentos dos itens de resposta estavam presentes no cabeçalho do formulário. Além disso, como o objetivo dessa parte do formulário é identificar RNFs que o cliente é capaz de solicitar, a participação de uma equipe técnica nas discussões não anula a capacidade do cliente em definir esses requisitos. Por isso, não houve necessidade de permitir múltiplas respostas.
- **Parte IV** - Esta parte do formulário objetivou identificar a situação atual das organizações dos participantes em relação à definição de RNFs. Nos casos em que foi afirmado que os requisitos eram definidos, buscou-se classificá-los quanto à sua qualidade. Para isso, os conceitos de que seria uma definição de requisitos *Boa*, *Razoável* ou *Ruim* foram descritos no formulário. Além disso, essa seção procurou também identificar os motivos pelos quais esses requisitos não são definidos, através de itens de múltipla escolha e um campo de texto para *Outros Motivos*.

¹ Formulário da pesquisa: <http://goo.gl/forms/QOX5Vtc24b>.

- **Parte V** - Objetivou capturar as expectativas dos participantes quanto à disponibilização de um guia de apoio à elicitação de RNFs.

2.2. Validação e Evolução do Questionário

Durante o planejamento da pesquisa, buscou-se diminuir a subjetividade das questões e melhorar a usabilidade do questionário. Portanto, as questões relacionadas foram agrupadas e cada questão foi avaliada buscando eliminar ambiguidades ou dúvidas que pudessem ser geradas. Além disso, a pesquisa listou os conceitos de cada característica e subcaracterística apresentada na norma e definiu parâmetros para a classificação dos requisitos quanto à qualidade da especificação. Por exemplo, para considerar que a definição de um requisito é boa, os participantes deveriam considerá-lo completo, consistente, claro e verificável. Por outro lado, se a definição dos requisitos apresentasse incompletude, inconsistência ou subjetividade, seria considerado ruim.

Dentre os vários catálogos de tipos de RNFs disponíveis na literatura, a ISO 25010 [ISO 2011] foi escolhida por ser um padrão internacional que contém categorias e subcategorias de RNFs, além de possuir as definições de cada um dos tipos.

Para assegurar que os objetivos da pesquisa poderiam ser satisfeitos, o questionário foi inicialmente avaliado por 4 (quatro) pesquisadores de engenharia de software e diversas melhorias foram solicitadas e incorporadas à pesquisa. Dentre elas, a definição do que representa uma boa definição de um requisito, diminuindo a subjetividade na interpretação do texto.

2.3. Aplicação do Piloto e Evolução do Questionário

O questionário foi aplicado em uma organização de desenvolvimento de software do setor público que demonstrou interesse em avaliar a opinião de seus colaboradores em relação à definição dos RNFs de suas aplicações. Essa pesquisa piloto contou com a participação de 45 (quarenta e cinco) profissionais distribuídos entre 3 (três) grandes filiais e representando diferentes papéis no desenvolvimento de software (gerentes de projetos, analistas de qualidade, analistas de sistema, arquitetos de software e desenvolvedores). Os dados retornados pela pesquisa aplicada na empresa foram analisados e utilizados para evolução do questionário final. Contudo, considerando que os resultados traduziam a realidade de uma única organização, os mesmos não foram considerados na execução e nas análises realizadas neste trabalho.

Após a execução da pesquisa piloto, uma das melhorias identificadas foi a inclusão da opção *Não Se Aplica* como item de resposta possível na Parte III do formulário; anteriormente contava apenas com as opções *Cliente* e *Equipe Técnica*. As definições das características e subcaracterísticas de RNFs também foram revisadas e alguns conceitos foram reescritos utilizando uma linguagem menos técnica, a fim de melhorar o entendimento dos requisitos por todos os participantes.

Por fim, pode-se concluir que a realização da validação do formulário por pesquisadores e a aplicação da pesquisa piloto, com a participação de uma quantidade significativa de respostas, contribuíram para identificar melhorias e verificar a viabilidade de aplicação desta pesquisa.

2.4. Realização da Pesquisa

Um dos elementos principais na concepção de uma pesquisa é a determinação da população a ser estudada. Para o contexto deste estudo, idealmente, um conjunto representativo de profissionais da indústria envolvidos no desenvolvimento de software deveria ser examinado. Optou-se por não limitar a papéis específicos do desenvolvimento pois todos os papéis possuem alguma relação com RNFs em suas atividades e por ser importante obter a visão dos mais diversos profissionais.

Contudo, o acesso a esse grupo não é trivial. Como o desenvolvimento de software é realizado por profissionais do mundo inteiro e não foi localizada nenhuma informação a respeito do tamanho dessa população, foi considerado um grupo de pessoas envolvidas em um fórum de discussão brasileiro sobre processos e métricas de software. Os profissionais envolvidos pertenciam a diversos tipos de empresa e representavam papéis distintos no desenvolvimento de software. Além disso, a facilidade de acesso aos endereços de e-mail desses profissionais foi um dos pontos que contribuíram para a seleção desse fórum.

3. Análise dos Resultados

A *Análise dos Dados* foi realizada em uma série de passos. Primeiramente, após finalizado o prazo da pesquisa, os dados foram exportados para uma planilha que permitiu agrupar, ordenar e filtrar as respostas de cada questão do formulário. Assim, os *Dados Quantitativos* de cada parte do formulário foram analisados, discutidos e combinados a fim de obter as conclusões relacionadas com as questões de pesquisa. Buscando verificar a falta de coerência das respostas, aquelas respostas que tivessem algum padrão de repetição, isto é, o mesmo item de resposta selecionado para todas as questões seriam descartadas da análise.

Por outro lado, os *Dados Qualitativos* relacionados ao conteúdo do guia e aos motivos da falta de elicitação nas organizações foram classificados por 2 (dois) pesquisadores independentemente. Os dados semanticamente similares foram agrupados e as diferenças e dificuldades de categorização foram discutidas até haver um consenso. Dentre esses dados, aqueles textos que não deixavam clara a contribuição do participante.

3.1. Perfil dos Participantes

A pesquisa contou com a participação de 98 (noventa e oito) profissionais², dos quais 65,3% dos participantes atuam em organizações públicas que possuem mais de 100 (cem) empregados. Desses participantes, 95% trabalham em organizações que atuam há mais de 9 (nove) anos. Também buscou-se conhecer a opinião de profissionais que atuam nas diversas fases do ciclo de desenvolvimento do software.

Com o intuito de obter uma visão geral do perfil dos profissionais que participaram da pesquisa, esses foram agrupados de acordo com as funções que desempenham nas organizações e tempo de experiência com TI (Tecnologia da Informação), conforme pode ser visto na Figura 2. Quanto ao nível de formação dos

² Dados da pesquisa: <http://goo.gl/2qe32j>.

profissionais, 25 (vinte e cinco) possuem apenas o curso superior, mas 39 (trinta e nove) especialistas, 30 (trinta) mestres e 3 (três) doutores também participaram da pesquisa. Além disso, participantes de todas as regiões do Brasil responderam à pesquisa.

Cerca de 69,4% dos participantes afirmaram que os RNFs costumam ser elicitados nas empresas em que atuam. Contudo, apenas 11,8% desses profissionais consideram que a definição dos RNFs é boa, enquanto 67,6% a classificam como razoável e 20,6% consideram ruim a definição desses requisitos. Por outro lado, 30,6% dos participantes relataram que em suas empresas os RNFs não são costumeiramente elicitados.

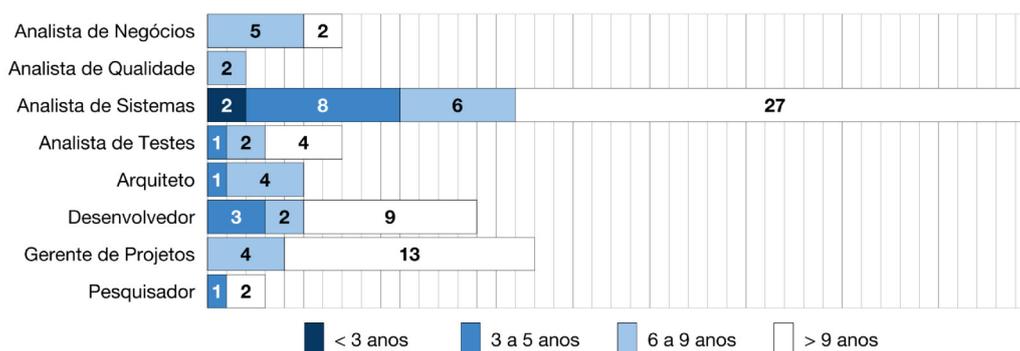


Figura 2. Distribuição dos participantes por função e tempo de experiência

Para esses profissionais, os principais motivos para essa falta de definição são: falta de conhecimento das equipes, ausência de solicitação desses requisitos pelo cliente e falta de capacidade (técnica ou financeira) da organização para atender a requisitos não-funcionais. Além das opções disponíveis para seleção no formulário da pesquisa, foram informados pelos participantes os seguintes motivos para não elicitarem RNFs nas empresas em que atuam: (i) o aumento do custo do produto provocado pela definição dos RNFs, (ii) o fato dos RNFs serem definidos de acordo com a tecnologia em uso, (iii) a ausência de um método ou padrão adotado na organização e (iv) a imaturidade da empresa em perceber a importância dessa definição.

Cerca de 90% dos participantes afirmaram que um guia seria útil para prover apoio à atividade de identificação dos requisitos não-funcionais. Do total de profissionais que confirmaram a utilidade, 47 (quarenta e sete) participantes registraram informações do que deve conter nesse guia. As sugestões para o conteúdo do guia envolve a disponibilização de modelos, questionários e *templates*, conceitos e exemplos de uso dos RNFs, entre outros.

3.2. Discussão dos Resultados

Como as Partes I, II, IV e V da pesquisa já foram abordadas em outro estudo [Silva *et al.* 2016b], esta seção explora a Parte III do questionário que trata dos tipos de requisitos não-funcionais que, na visão dos participantes, o cliente é capaz de solicitar. Portanto, essa parte da pesquisa buscou identificar, dentre as subcaracterísticas de RNFs disponibilizadas pela norma ISO/IEC 25010-2011 [ISO 2011], aquelas que podem ser elicitadas com o cliente e aquelas que requerem o apoio de uma equipe técnica. Também buscou identificar aquelas subcaracterísticas que, na opinião dos profissionais, não devem ser questionadas ao cliente, mas obrigatoriamente cumpridas, independente do

software. A Tabela 1 apresenta o resultado das opiniões dos participantes em termos percentuais. As características e subcaracterísticas foram organizadas em ordem alfabética, diferentemente da forma como são apresentadas na norma.

Ao analisar os dados, é possível perceber que as características selecionadas para tratamento com o cliente são aquelas que podem mais facilmente ser percebidas pelos mesmos, isto é, aquelas relacionadas com Usabilidade e Adequação Funcional. Por outro lado, as subcaracterísticas que para serem elicitadas necessitam de conhecimentos técnicos especializados e estão no topo do *ranking* incluem todas as subcaracterísticas de Manutenibilidade, Compatibilidade, Portabilidade e Desempenho. Além disso, com exceção da subcaracterística Disponibilidade, todos os itens de Confiabilidade também estão presentes nessa lista.

Tabela 1. Quem possui capacidade de solicitar RNFs

Característica	Subcaracterística	Participação (%)		
		Cliente	Equipe Técnica	Não Se Aplica
Adequação Funcional	Apropriação	61,2	23,5	15,3
	Completude	42,9	44,9	12,2
	Corretude	35,7	49,0	15,3
Compatibilidade	Coexistência	22,4	70,4	7,1
	Interoperabilidade	22,4	72,4	5,1
Confiabilidade	Disponibilidade	42,9	44,9	12,2
	Maturidade	9,2	70,4	20,4
	Recuperabilidade	7,1	82,7	10,2
	Tolerância a Falhas	15,3	75,5	9,2
Desempenho	Capacidade	14,3	81,6	4,1
	Comportamento do Tempo	28,6	65,3	6,1
	Utilização de Recursos	14,3	75,5	10,2
Manutenibilidade	Analisabilidade	4,1	88,8	7,1
	Modificabilidade	7,1	82,7	10,2
	Modularidade	4,1	84,7	11,2
	Reusabilidade	3,1	87,8	9,2
	Testabilidade	8,2	78,6	13,3
Portabilidade	Adaptabilidade	18,4	76,5	5,1
	Instalabilidade	19,4	69,4	11,2
	Substituibilidade	20,4	75,5	4,1
Segurança	Auditabilidade	41,8	52,0	6,1
	Autenticidade	40,8	44,9	14,3
	Confidencialidade	50,0	39,8	10,2
	Integridade	27,6	56,1	16,3
	Não-Repúdio	29,6	58,2	12,2
Usabilidade	Acessibilidade	41,8	48,0	10,2
	Aprendizibilidade	67,3	24,5	8,2
	Interface Estética do Usuário	64,3	29,6	6,1
	Operacionalidade	60,2	29,6	10,2
	Proteção Contra Erros do Usuário	16,3	70,4	13,3
	Reconhecibilidade	74,5	18,4	7,1

No caso específico da Disponibilidade, o percentual de diferença entre as respostas que consideraram que o cliente pode ser questionado sobre esse requisito e as respostas que representam a opinião daqueles que consideram que o requisito deve ser

tratado por uma equipe técnica foi de apenas 2%. Isto é, embora seja um aspecto mais técnico, há uma grande aceitação de que o cliente é capaz de solicitar um requisito dessa subcaracterística. As subcaracterísticas de Segurança, com exceção de Autenticidade e Confidencialidade também integraram o *ranking* da equipe técnica. Curiosamente, a única subcaracterística de Usabilidade presente nessa lista foi a Proteção Contra Erros do Usuário, com mais de 70% das respostas, talvez por também ser um aspecto mais técnico.

3.3. Análise por Perfil dos Profissionais

Para conhecer as diferenças de opinião daqueles profissionais que, em geral, possuem maior contato com o cliente e daqueles que trabalham mais internamente, as respostas foram analisadas de acordo com o perfil dos profissionais. Dessa forma, foi considerado no grupo de profissionais que possuem maior contato com o cliente (*Grupo A*) os seguintes papéis: Gerente de Projetos, Analista de Negócios e Analista de Sistemas. Os demais papéis formaram o grupo da equipe técnica (*Grupo B*). Então, a distribuição dos participantes nos grupos ficou da seguinte forma: Grupo A com 68,4% e o Grupo B com 31,6% dos participantes.

A Tabela 2 apresenta as respostas dos profissionais do primeiro grupo, ou seja, aqueles que possuem contato com o cliente. Os dados foram ordenados de acordo com a quantidade de respostas que consideraram que a subcaracterística deve ser solicitada pelo cliente. Para esse resultado, apenas as subcaracterísticas que obtiveram mais da metade dos votos foram consideradas. Já a Tabela 3 apresenta as respostas dos profissionais do Grupo B, ou seja, que, em geral, não possuem contato com o cliente: Analistas de Qualidade, Analistas de Testes, Arquitetos, Desenvolvedores e Pesquisadores. Da mesma forma, somente foram consideradas nessa análise as subcaracterísticas que obtiveram mais da metade dos votos.

Tabela 2. Subcaracterísticas que o cliente é capaz de solicitar (Grupo A)

Característica	Subcaracterística	Cliente (%)
Usabilidade	Reconhecibilidade	71,6
	Interface Estética do Usuário	68,7
	Aprendizibilidade	67,2
	Operacionalidade	62,7
Adequação Funcional	Apropriação	59,7

Tabela 3. Subcaracterísticas que o cliente é capaz de solicitar (Grupo B)

Característica	Subcaracterística	Cliente (%)
Usabilidade	Reconhecibilidade	80,6
	Aprendizibilidade	67,7
Adequação Funcional	Apropriação	64,5
Segurança	Auditabilidade	64,5
	Confidencialidade	61,3
Confiabilidade	Disponibilidade	54,8
Usabilidade	Operacionalidade	54,8
	Interface Estética do Usuário	54,8
Segurança	Autenticidade	51,6

Como é possível perceber, ambos os grupos concordam que as subcaracterísticas Aprendizabilidade, Apropriação, Interface Estética do Usuário, Reconhecibilidade e Operacionalidade podem ser solicitadas pelo cliente. Por outro lado, o grupo representando a equipe técnica de desenvolvimento, considera que, além das já citadas, as subcaracterísticas Auditabilidade, Autenticidade, Confidencialidade e Disponibilidade também podem ser solicitadas pelo cliente.

Já na perspectiva dos tipos de organizações, essa mesma análise cruzada mostrou que não há uma distinção relevante de opiniões entre profissionais de diferentes organizações, como pode ser percebido nas Tabelas 4 e 5. A Confidencialidade, uma das subcaracterísticas de Segurança, segundo a opinião de profissionais de organizações públicas, pode ser solicitada pelo cliente. A natureza dessas organizações, que em geral desenvolvem software para entes públicos no Brasil, pode ter influenciado nessa resposta, haja vista que há uma preocupação maior com a segurança dos dados do governo.

Tabela 4. Subcaracterísticas que o cliente é capaz de solicitar (Org. Privadas)

Característica	Subcaracterística	Cliente (%)
Usabilidade	Reconhecibilidade	75,9
	Aprendizabilidade	69,0
Adequação Funcional	Apropriação	65,5
Usabilidade	Operacionalidade	65,5
	Interface Estética do Usuário	62,1

Tabela 5. Subcaracterísticas que o cliente é capaz de solicitar (Org. Públicas)

Característica	Subcaracterística	Cliente (%)
Usabilidade	Reconhecibilidade	73,9
	Aprendizabilidade	66,7
	Interface Estética do Usuário	65,2
Adequação Funcional	Apropriação	59,4
Usabilidade	Operacionalidade	58,0
Segurança	Confidencialidade	55,1

4. Ameaças à Validade

Questões relacionadas à validade de um instrumento de pesquisa foram apresentadas por Kitchenham e Pfleeger (2002c), dentre as quais, destaca-se a validade do conteúdo. A avaliação da *Validade do Conteúdo* é subjetiva e tem como propósito identificar o quão apropriado um instrumento de pesquisa é para um grupo de colaboradores conhecedores do assunto. Para viabilizar essa avaliação, 4 (quatro) pesquisadores de engenharia de software foram convidados para analisar o questionário da pesquisa. Todos os problemas identificados durante a avaliação foram devidamente tratados.

Em relação à *Validade Interna*, buscou-se reduzir o viés identificado durante o piloto, quando profissionais informaram que algumas características não deveriam sequer ser questionadas, mas obrigatoriamente embutidas no software. Com isso, um item de resposta para tratar esse cenário foi definido.

Além disso, buscou-se reduzir a possibilidade de subjetividade na interpretação das questões especificamente relacionadas às características e subcaracterísticas da

norma ISO/IEC 25010 [ISO 2011]. Portanto, foram incluídas as definições de cada subcaracterística para evitar interpretações incorretas a respeito da definição dos requisitos. Contudo, não é possível evitar todos os problemas e, considerando a quantidade de características e subcaracterísticas da norma, pode ter havido uma certa fadiga ou falta de comprometimento por parte dos participantes.

Para reduzir essa possibilidade, buscou-se identificar respostas que tenham seguido um mesmo padrão para todas as subcaracterísticas. Contudo, não foi detectado nenhum caso.

Para evitar respostas descomprometidas, optou-se por enviar apenas um lembrete para os participantes que não haviam respondido após a primeira solicitação. Por fim, na busca por desenvolver um questionário simples, o tempo de resposta da pesquisa foi um dos quesitos avaliados no piloto a fim de que não fosse superior a 15 (quinze) minutos.

Finalmente, outra possível ameaça à validade interna da pesquisa é que os participantes não foram questionados quanto ao seu conhecimento sobre RNFs e à prática de elicitação, bem como aos conceitos presentes na norma utilizada. Isto pode ter gerado uma interpretação incorreta das questões presentes na Parte III do formulário.

A *Validade Externa* da pesquisa determina a capacidade de generalização dos resultados obtidos com a amostra em relação à população em geral. Nesse sentido, a participação de profissionais que em sua maioria possui pós-graduação e mais de 9 (nove) anos de experiência pode ser considerada uma ameaça à pesquisa.

Deve-se ressaltar ainda que, embora a aplicação da pesquisa tenha obtido respostas de participantes de diferentes organizações e regiões do Brasil, não é possível generalizar os resultados para diferentes contextos. Para isso, seria necessária a realização de pesquisas com amostras selecionadas por meio de princípios probabilísticos. Contudo, este fato não invalida a importância dos resultados obtidos.

Outros aspectos podem afetar a validade dos resultados, segundo [Kitchenham e Pfleeger 2002d]: validação, codificação e análise dos dados. Com relação à *Validação dos Dados*, foram descartadas as duas respostas que, nas questões subjetivas, apresentavam caracteres especiais que não traduziam nenhum texto. Como nenhum outro filtro foi aplicado, é possível considerar esse aspecto como uma ameaça mínima à validade do estudo.

Outra ameaça potencial está relacionada com a *Codificação dos Dados*. Embora os dados crus obtidos durante a aplicação do questionário não tenham sido manipulados, na análise dos resultados foram definidos dois grupos com relação ao contato com o cliente: Grupo A com profissionais que possivelmente possuem mais contato com o cliente (Gerentes de Projeto, Analistas de Negócio e Analistas de Sistema) e Grupo B com profissionais que, em geral, atuam mais internamente nas organizações (Analistas de Qualidade, Analistas de Testes, Arquitetos, Desenvolvedores e Pesquisadores). Essa classificação foi estabelecida levando em consideração as atribuições dos papéis de acordo com a informação dada pelo participante.

O terceiro aspecto é a própria *Análise dos Dados*, considerando que a principal limitação da análise quantitativa está relacionada com a falta de controle sobre a coerência das respostas por não utilizar um método para avaliar a confiabilidade. Como

discutido anteriormente, foram buscadas respostas com algum padrão de repetição nos diversos itens objetivos e não foi encontrado qualquer registro que configurasse essa prática. Além disso, os participantes informaram o e-mail de contato ao preencher o formulário e nenhuma participação repetida foi identificada.

Com relação à questão qualitativa, o principal fator de limitação deste trabalho é o número de respostas úteis recebidas, levando em consideração a população de profissionais que atuam com desenvolvimento de software. Como verificado nos trabalhos relacionados, a participação de profissionais em investigações relacionadas é menor, muitas vezes representando poucas organizações. Quando comparado com os estudos anteriores, esta pesquisa contou com a participação de uma quantidade maior de profissionais, além de estarem distribuídos geograficamente por todas as regiões do Brasil.

5. Comparação com os Trabalhos Relacionados

O trabalho aqui apresentado difere dos trabalhos relacionados [Ameller *et al.* 2012; Borg *et al.* 2003; Phillips, Aurum e Svensson 2012; Svensson, Gorschek e Regnell 2009; Svensson *et al.* 2011; Vara *et al.* 2011] por apresentar as subcaracterísticas de RNFs que, na opinião dos diferentes profissionais que atuam com desenvolvimento de software, podem ser solicitadas pelo cliente, além daquelas que somente uma equipe com conhecimentos técnicos é capaz de definir. Além disso, assim como as demais investigações a respeito da elicitação de RNFs, este estudo demonstrou também que o assunto abordado ainda representa um desafio para a engenharia de requisitos.

A Tabela 6 apresenta a comparação desta investigação com os outros estudos relacionados com relação aos objetivos do estudo e à quantidade participações na pesquisa.

Tabela 6. Comparação com os trabalhos relacionados

Característica	Este Estudo	[Borg <i>et al.</i> 2003]	[Svensson, Gorschek e Regnell 2009]	[Svensson <i>et al.</i> 2011]	[Vara <i>et al.</i> 2011]	[Ameller <i>et al.</i> 2012]	[Phillips, Aurum e Svensson 2012]
Investiga a situação da elicitação de RNFs em organizações?	Sim	Sim	P	P	P	P	P
A pesquisa captura a opinião dos profissionais sobre quais RNFs podem ser elicítadas com o cliente?	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Quantidade de participantes na pesquisa	98	14	10	22	35	13	82
Legenda: P (o trabalho relacionado responde apenas parcialmente à questão).							

6. Conclusão

Realizar um *survey* não é uma atividade trivial e, ao contrário de um experimento, muitas vezes não é possível repetir, principalmente em um domínio como o da

engenharia de software em que é difícil obter participantes. Dessa forma, algumas lições aprendidas com a realização deste estudo são listadas a seguir:

- Considerando a difusão dos métodos ágeis em que os profissionais técnicos também podem envolver-se com os clientes, o formulário poderia conter uma pergunta para indicar, independente do papel assumido pelo profissional, se o participante possui, ou não, contato direto com o cliente.
- A Parte III da pesquisa, que trata dos requisitos que podem ser solicitados pelos clientes, poderia ter sido enviada para os autores de trabalhos relacionados com a elicitação de RNFs para obter também a opinião de estudiosos da área.
- Além disso, seria interessante haver questões para identificar a familiaridade do participante com RNFs e com os conceitos presentes na norma utilizada, a fim de evitar vieses durante o preenchimento do formulário.
- O escopo da pesquisa poderia ser dividido de forma a tratar na primeira parte apenas a situação das empresas quanto à elicitação dos RNFs e, apenas em um segundo momento, tratar das características que são consideradas aplicáveis ao cliente. Dessa forma, o questionário poderia ser simplificado, evitando a taxa de fadiga da pesquisa e, adicionalmente, optando por realizar entrevistas mais específicas com os profissionais.

Embora tenham sido feitas análises abordando diferentes visões: profissionais com contato com o cliente (*Grupo A*), sem contato com o cliente (*Grupo B*), de organizações públicas e de organizações privadas; algumas subcaracterísticas de requisitos não-funcionais apareceram no topo das listas dos requisitos, isto é, mais de 50% dos participantes afirmaram que estas subcaracterísticas podem ser elicitadas pelo cliente. Entre elas, pode-se destacar aquelas relacionadas com Adequação Funcional e Usabilidade, presentes na opinião de todos os grupos. Essas características estão mais relacionadas com aquilo que o cliente ou usuário final da aplicação é capaz de perceber mais facilmente quando o software é finalizado. A seguir são listadas as características mais pontuadas por cada grupo:

- **Grupo A** - Adequação Funcional e Usabilidade.
- **Grupo B** - Adequação Funcional, Confiabilidade, Segurança e Usabilidade.
- **Organizações Públicas** - Adequação Funcional, Segurança e Usabilidade.
- **Organizações Privadas** - Adequação Funcional e Usabilidade.

No entanto, de maneira geral, os profissionais acreditam que a maioria dos tipos de RNFs não pode ser solicitada pelo cliente da aplicação em virtude da falta de conhecimento técnico necessário. De qualquer forma, esses requisitos, independente da capacidade do cliente, devem ser abordados na fase de elicitação, pois negligenciar esses requisitos pode contribuir para o fracasso do projeto.

Algumas oportunidades de trabalhos futuros foram identificados durante este estudo. Por exemplo, realizar uma pesquisa com autores de trabalhos voltados para elicitação de RNFs para obter a opinião desses pesquisadores a respeito do envolvimento do cliente nesse processo. Da mesma forma, uma pesquisa para identificar como os RNFs são abordados no planejamento de tempo e custo dos projetos. Além

disso, uma pesquisa para identificar como os RNFs são tratados pelos desenvolvedores de software também é uma das oportunidades de pesquisa para continuar este estudo.

Agradecimentos

O autor P. R. Pinheiro agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo Grant #475239/2012-1.

Referências

- Ameller, D. *et al.* (2012) “How do Software Architects Consider Non-functional Requirements: An Exploratory Study”, In: 2012 20th IEEE International Requirements Engineering Conference, pp. 41-50.
- Borg, A. *et al.* (2003) “The Bad Conscience of Requirements Engineering: An Investigation in Real-world Treatment of Non-functional Requirements”, In: Third Conference on Software Engineering Research and Practice in Sweden, pp. 1-8.
- Cysneiros, L. M. (2000), Requisitos Não Funcionais: Da Elicitação ao Modelo Conceitual, Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ).
- Dorr, J. *et al.* (2003) “Eliciting Efficiency Requirements with Use Cases”, In: Proceedings of the International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality.
- International Organization for Standardization - ISO (2011), ISO/IEC 25010 - Systems and software engineering / Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) / System and software quality models.
- Kitchenham, B. A. and Pfleeger, S. L. (2001). “Principles of Survey Research - Part 1: Turning Lemons into Lemonade”. In: *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 26, no. 6, pages 16-18.
- Kitchenham, B. A. and Pfleeger, S. L. (2002). “Principles of Survey Research - Part 2: Designing a Survey”. In: *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 27, no. 1, pages 18-20.
- Kitchenham, B. A. and Pfleeger, S. L. (2002). “Principles of Survey Research - Part 3: Constructing a Survey Instrument”. In: *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 27, no. 2, pages 20-24.
- Kitchenham, B. A. and Pfleeger, S. L. (2002). “Principles of Survey Research - Part 4: Questionnaire Evaluation”. In: *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 27, no. 3, pages 20-23.
- Kitchenham, B. A. and Pfleeger, S. L. (2002). “Principles of Survey Research - Part 5: Populations and Samples”. In: *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 27, no. 5, pages 17-20.
- Kitchenham, B. A. and Pfleeger, S. L. (2003). “Principles of Survey Research - Part 6: Data Analysis”. In: *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 28, no. 2, pages 24-27.
- Phillips, L. B., Aurum, A. and Svensson, R. B. (2012) “Managing Software Quality Requirements”, In: 2012 38th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, pp. 349-356.

- Rahman, M. M. and Ripon, S. (2013). "Elicitation and Modeling Non-Functional Requirements - A POS Case Study". In: *International Journal of Future Computer and Communication*, vol. 2, no. 5, pages 485-489.
- Rao, A. A. and Gopichand, M. (2011). "Four Layered Approach to Non-Functional Requirements Analysis". In: *International Journal of Computer Science Issues*, vol. 8, no. 2, pages 371-379.
- Silva, A., Pinheiro, P. and Albuquerque, A. (2016) "A Brief Analysis of Reported Problems in the Use of Function Points", In: *Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems: Proceedings of the 5th Computer Science On-line Conference 2016 (CSOC2016)*, vol 2, pp. 117-126, Cham.
- Silva, A. *et al.* (2016) "A Process for Creating the Elicitation Guide of Non-functional Requirements", In: *Software Engineering Perspectives and Application in Intelligent Systems: Proceedings of the 5th Computer Science On-line Conference 2016 (CSOC2016)*, vol 2, pp. 293-302, Cham.
- Silva, A. *et al.* (2016) "A Survey About the Situation of the Elicitation of Non-Functional Requirements", In: *2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, pp. 1-6.
- Sindre, G. and Opdahl, A. L. (2005). "Eliciting Security Requirements with Misuse Cases". In: *Requirements Engineering*, vol. 10, no. 1, pages 34-44.
- Slankas, J. and Williams, L. (2013) "Automated extraction of non-functional requirements in available documentation", In: *2013 1st International Workshop on Natural Language Analysis in Software Engineering (NaturaLiSE)*, pp. 9-16.
- Svensson, R. B., Gorschek, T. and Regnell, B. (2009) "Quality Requirements in Practice: An Interview Study in Requirements Engineering for Embedded Systems", In: *Proceedings of the Requirements Engineering: Foundation for Software Quality: 15th International Working Conference*, pp. 218-232.
- Svensson, R. B. *et al.* (2011) "Prioritization of Quality Requirements: State of Practice in Eleven Companies", In: *2011 IEEE 19th International Requirements Engineering Conference*, pp. 69-78.
- Vara, J. L. *et al.* (2011) "An Empirical Study on the Importance of Quality Requirements in Industry", In: *23rd International Conference Software Engineering and Knowledge Engineering*, pp. 438-443.
- Wang, T. *et al.* (2010) "A QoS Ontology Cooperated with Feature Models for Non-functional Requirements Elicitation", In: *Proceedings of the Second Asia-Pacific Symposium on Internetware*, pp. 17:1-17:4.
- Zhang, C. and Budgen, D. (2013). "A Survey of Experienced User Perceptions About Software Design Patterns". In: *Inf. Softw. Technol.*, vol. 55, no. 5, pages 822-835.