

UM PROCESSO DE VALIDAÇÃO DE REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS BASEADO NO *NFR-FRAMEWORK*

Anselmo de Araujo Couto¹, Luiz Eduardo Galvão Martins²

¹*Universidade Metodista de Piracicaba - Brasil*
anselmocouto@hotmail.com

²*Universidade Metodista de Piracicaba - Brasil*
lgmartins@unimep.br

Abstract

This paper presents a proposal to validate non functional requirements based on the NFR-framework. Our aim is to offer a systematization to validate non-functional requirements, analyzing its evolution and the quality of the original document specification regarding the non-functional requirements. In order to achieve that we tested the systematization in 3 (three) documents of requirement specification for distinct systems, although in this paper only one is referred. The studies followed the proposed activities step-by-step. The case was applied in a requirement document specified for software of requirements management. The finding results allows us to verify that: a) the proposed process serves as instrument of quality improvement during the non-functional requirement validation; b) the process assists the requirements engineers to develop a refinement of non-functional requirements, identifying system properties that were previously obscure.

1. Introdução

No processo de desenvolvimento de software algumas organizações têm processos rígidos, outras permitem que diferentes gestores tomem decisões baseadas em seus conhecimentos pessoais e outras simplesmente seguem tradições institucionais por falta de um processo adequado.

Além disso, há outros problemas relacionados com o desenvolvimento de software, entre os quais se destacam: definição do escopo, entendimento entre as diferentes comunidades afetadas pelo desenvolvimento, problemas em lidar com a volatilidade dos requisitos, dificuldade em atingir requisitos completos, e dificuldade de análise e validação. Esses problemas podem levar a requisitos insuficientes, conseqüentemente comprometendo o desenvolvimento do sistema [5] [6] [8].

Neste contexto a validação de requisitos, sendo uma das atividades da Engenharia de Requisitos, é de grande importância e deve ser realizada sobre uma

coleção de documentos, que apresentam uma especificação produzida de acordo com as necessidades dos clientes [7]. Entretanto, muitos engenheiros de requisitos e a maioria das abordagens existentes ainda privilegiam os requisitos funcionais[2]. Vários pesquisadores [2] [4] apontam que requisitos não-funcionais são de grande importância para o desenvolvimento do software, pois questões como usabilidade, segurança e desempenho são cruciais para o sucesso do software.

Apresentamos neste artigo um Processo de Validação de Requisitos de Software baseado no *NFR-Framework*. Busca-se, principalmente, oferecer um processo para validar o documento de requisitos não-funcionais, proporcionando a melhoria destes e um conseqüente ganho de qualidade no documento de requisitos original.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 aborda conceitos sobre validação de requisitos; a seção 3 apresenta aspectos sobre o *NFR-Framework* proposto por Chung [2]; a seção 4 detalha as atividades para o processo de validação de requisitos não-funcionais baseado no *NFR-Framework*; na seção 5 é apresentado um estudo de caso aplicando o processo de validação proposto; e na seção 6 expomos as conclusões finais e trabalhos futuros.

2. Validação de Requisitos

Depois que o documento de requisitos é produzido, os requisitos devem ser validados formalmente. O processo de validação está relacionado a conferir os requisitos, apontando entre outros problemas, incompletude, conflitos e ambigüidades, visando assegurar que atendam padrões de qualidade [1] [8].

O objetivo da validação de requisitos é conferir os requisitos elicitados e descobrir possíveis problemas com eles. O processo deve envolver stakeholders do sistema, engenheiros de requisitos e projetistas de sistemas [1] [8]. Problemas de requisitos podem ser: falta de conformidade às normas de qualidade; requisitos pobremente formulados e que são ambíguos;

conflitos de requisitos que não foram descobertos durante o processo de análise e outros.

Há uma tendência natural em apressar o processo de validação, de forma que o desenvolvimento de sistemas possa começar logo. Porém, não permitir tempo suficiente para validação provavelmente implicará em um desenvolvimento de sistemas pouco confiável, e quando problemas de requisitos emergirem, será preciso refazer o projeto [3] [8].

3. NFR-Framework

O *NFR-Framework* contribui para que os desenvolvedores tratem os requisitos não-funcionais de modo a expressá-los sistematicamente, e usá-los para guiar o processo de desenvolvimento de *software* [2] [4].

O *NFR-Framework* utiliza uma abordagem voltada a procedimentos para requisitos não-funcionais [4], nos quais os Requisitos Não-Funcionais (RNFs) possam ser representados como metas a serem atingidas. Desta forma, Chung [2] propõe uma noção de *Softgoal* para descrever as metas que precisam ser satisfeitas.

Um dos pontos fortes do *NFR-Framework* é a sintaxe e semântica propostas para a construção do *Softgoal Interdependency Graph* (SIG). Um procedimento de avaliação é aplicado ao SIG para determinar o grau em que a *softgoal* de requisitos não-funcional inicial é satisfeita em relação a um determinado conjunto de decisões.

4. Proposta de Processo de Validação dos Requisitos NF

A Engenharia de Requisitos é a base do processo de desenvolvimento de *software*, entretanto, sente-se a falta de métodos adequados para a validação de requisitos RNFs. Assim, procura-se inserir nesta proposta atividades para a validação de requisitos RNFs, com o intuito de tornar mais sistemática esta etapa. Nas próximas seções serão apresentadas todas as atividades propostas para o processo de validação dos RNFs.

4.1. Atividades do Processo Proposto para Validação de Requisitos Não- Funcionais

As atividades do processo proposto para de validação dos requisitos não-funcionais são apresentadas na Figura 1. Estas 6 (seis) atividades se complementam para o processo de validação de RNFs. As descrições de cada atividade proposta serão apresentadas nas próximas seções.

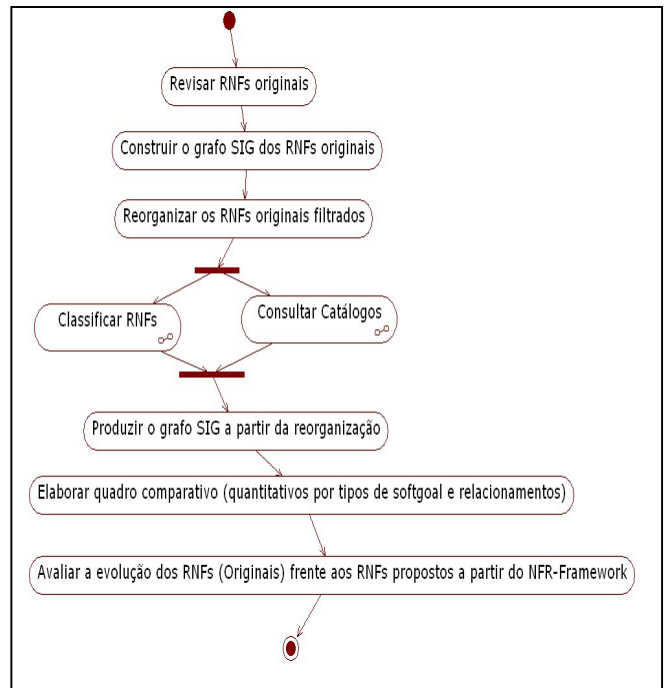


Figura 1 - Atividades do Processo Proposto para Validação de Requisitos Não-Funcionais

4.1.1. Revisar RNFs Originais

Esta é uma atividade de inspeção do documento de requisitos. Nesta atividade, o engenheiro de requisitos deve avaliar se os RNFs eleitos são efetivamente requisitos não-funcionais. É extremamente importante, devido à diversidade e à divergência de conceitos utilizados nas definições dos requisitos não-funcionais, as quais conduzem a definições que contêm elementos errôneos, como por exemplo: “Internacionalização” foi definida em estudo de caso como um requisito não-funcional, com o objetivo de expor a necessidade de o sistema ser em português e inglês. Entretanto, na literatura, a nomenclatura correta é “Usabilidade”.

4.1.2. Construir o Grafo SIG dos RNFs Originais

Nesta atividade, o engenheiro de requisitos deve construir o grafo SIG¹ baseado na lista dos requisitos não-funcionais originais do documento de especificação. Isto permite que o engenheiro de requisito possua uma estrutura hierárquica que permita a visualização completa de tais requisitos.

Esta atividade servirá de base para a identificação dos requisitos elicitados, relacionados e possíveis dependências. Esta atividade é importante porque

¹ Como opção sugerimos o uso da ferramenta *STARUML* para a montagem do grafo SIG, pois é de fácil aprendizado e utilização.

através da operacionalização de *softgoals*, se estabelece uma representação mais detalhada da concepção do *software*, ou execução das soluções (por exemplo, operações, processos, dados e representações) obtidas como resultado de decisões tomadas para a *softgoal* de requisitos não-funcionais.

4.1.3. Reorganizar os RNF Originais Revisados

Propomos nesta atividade que a reorganização dos requisitos não-funcionais siga a classificação descrita por Sommerville [9], que os classifica em Requisitos do Processo, Requisitos de Produto e Requisitos Externos.

A reorganização dos RNFs deve ser feita paralelamente, usando também os catálogos do *NFR-Framework* [2], para um melhor entendimento dos termos relacionados, e conseqüentemente, conseguir maior consistência na reorganização dos mesmos. Esta atividade possui como entradas os RNFs revisados, utilizando como apoio os catálogos do *NFR-Framework* e como saída a geração de uma lista de RNFs propostos.

4.1.4. Produzir o Grafo SIG a partir da Reorganização

Após a reorganização dos RNFs, o engenheiro de requisito deve construir um novo grafo SIG, cujo principal objetivo é demonstrar que os requisitos não-funcionais reorganizados proporcionam uma visão mais realista do sistema. Nesta atividade, podemos também armazenar as considerações do desenvolvedor sobre os requisitos não-funcionais, e mostrar a interdependência entre eles. Um outro fator relevante está relacionado aos conflitos entre *softgoals*. Quando se detecta um desses conflitos, é preciso que se tenha uma negociação para a resolução, que implica em selecionar alternativas, reavaliar outras prioridades, ou até mesmo revisar os requisitos. Embora apenas as *softgoals* de operacionalização sejam refletidas na concepção e na execução de um desenvolvimento de *software*, todas as *softgoals* que participam na construção do SIG podem aparecer na documentação de apoio para posterior desenvolvimento.

4.1.5. Elaborar Quadro Comparativo (quantitativos por tipos de softgoal e relacionamentos)

Nesta atividade, o engenheiro de requisito demonstra, através de quadro comparativo (Quadro 1) os itens do grafo SIG da proposta e dos originais, apontando diferenças entre o SIG original, elaborado na primeira atividade, e o SIG proposto, resultante da quinta atividade.

O quadro comparativo de elementos conceituais do *NFR-Framework* é composto por: *Softgoal* de Requisitos Não-Funcionais, *Sub-Softgoal*, *Softgoal* de Operacionalização, *Softgoal* Declarativa, Relacionamento de Correlações Positivas e Relacionamento de Correlações Negativas.

Quadro 1 - Comparativo por Tipos de Softgoal e Relacionamentos

	Soft-goal RNF	Sub-Softgoal RNFs	Softgoal de Operacionalização	Soft-goal Declarativas	Correlações Positivas	Correlações Positivas	T
Original							
Proposta							

4.1.6. Avaliar a Evolução dos RNFs (Originais) frente aos RNFs propostos a partir do NFR-Framework

Um indicador é um dado numérico, expresso em uma unidade de medida, ao qual se atribui um valor percentual, com a finalidade de apoiar a avaliação. Nesta etapa, o engenheiro de requisitos deve utilizar a fórmula proposta para averiguar a Evolução dos RNFs (E_{RNF}) originais frente aos propostos. Esta atividade se dará por inspeção, pois o engenheiro contará os itens dos grafos originais e dos propostos. Fundamentalmente, procura-se identificar os itens que aparecem nos propostos, mas não nos originais. Para se calcular a Evolução dos RNFs (E_{RNF}), o engenheiro de requisitos deverá levantar o número Total de Elementos Conceituais Propostos Novos (TECPNO) e dividi-lo pela soma do Total dos Elementos Conceituais Originais Revisados (TECOR) e o Total de Elementos Conceituais Propostos Novos (TECPNO). Para a elaboração desta atividade, o engenheiro de requisitos deve usar a fórmula para se obter o valor percentual (Figura 2). Após esta etapa, o engenheiro deve usar a Tabela 1 para analisar a evolução dos RNFs originais frente aos propostos, e também avaliar a qualidade da especificação original dos RNFs. Por exemplo, se a Evolução de RNF (E_{RNF}) for muito baixa, significa que houve pouca evolução dos RNFs originais frente aos propostos; por outro lado, demonstrará que a Qualidade da Especificação Original (QEO) está entre alta e muito alta.

$$Fórmula \quad E_{RNF} = \frac{TECPNO}{TECOR + TECPNO}$$

Figura 2 - Fórmula de Evolução dos RNFs.

Legenda

ERNF – Evolução dos Requisitos Não-Funcionais

TECPNO - Totais de Elementos Conceituais Propostos Novos

Tabela 1 - Indicadores de Evolução dos RNFs Proposto e a Qualidade da Especificação Original

E_{RNF}	VP	QEO
Muito Baixa	$VP \leq 20\%$	Muito Alta
Baixa	$20\% < VP \leq 40\%$	Alta
Média	$40\% < VP \leq 60\%$	Média
Alta	$60\% < VP \leq 80\%$	Baixa
Muito Alta	$VP > 80\%$	Muito Baixa

Legenda

E_{RNF} – Evolução dos Requisitos Não-Funcionais

VP – Valor Percentual

QEO – Qualidade da Especificação Original

5. Estudos de Caso da Ferramenta SIGERAR

Nesta seção apresentamos o estudo de caso em que o processo proposto de validação de requisitos não-funcionais foi aplicado ao documento de especificação da ferramenta SIGERAR.

A ferramenta automatizada para o gerenciamento de requisitos foi desenvolvida no âmbito do grupo de pesquisa em engenharia de software da UNIMEP. Os principais objetivos da SIGERAR são: coletar, armazenar e manter os requisitos acordados, durante todo o ciclo de vida do software, gerenciando as mudanças ocorridas nos requisitos, permitindo rastrear os relacionamentos entre os requisitos, e entre os requisitos e documentos produzidos no processo de desenvolvimento do sistema [3]. A seguir, será apresentada a lista de requisitos não-funcionais especificada originalmente na documentação da ferramenta.

5.1. Lista dos Requisitos Não-Funcionais

Ao inspecionarmos o documento de requisitos, foram identificados cinco RNFs.

R1 – O sistema deverá prever mecanismos para controlar o acesso ao sistema (login e senha).

R2 – O sistema deverá ter a figura de um Administrador responsável por todo o controle e gerência do sistema, promovendo a manutenção de todos os cadastros básicos.

R3 – Deverá haver controle interno no sistema para que o mesmo seja abandonado automaticamente, caso o usuário deixe de usá-lo por dez minutos. A tela inicial de login deverá ser apresentada para continuidade do trabalho suspenso.

R4 – O sistema deverá ter portabilidade. Assim, deverá ser desenvolvido em linguagem e plataforma adequada (ex: Java).

R5 – O sistema deverá prever interoperabilidade, de forma a promover intercâmbio com outros sistemas ou software de apoio.

5.2. Modelagem dos Requisitos não-Funcionais (Original)

Após a identificação dos RNFs um grafo SIG foi elaborado, ilustrado na Figura 3.

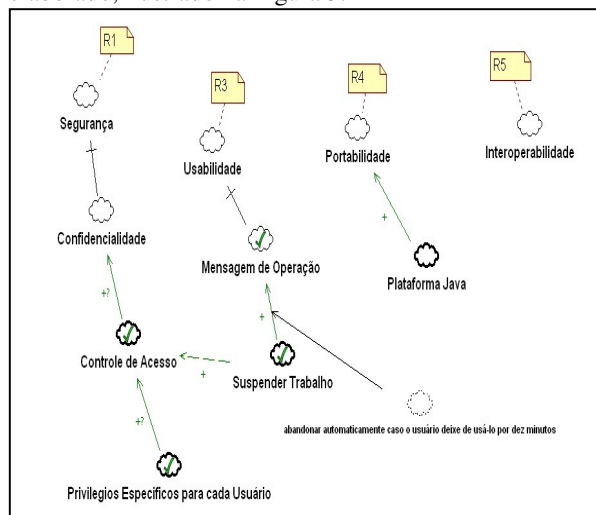


Figura 3 - Grafo SIG com os RNFs Originais

5.3. Reorganização dos Requisitos não-Funcionais (Proposta)

Propomos uma reorganização dos requisitos não-funcionais seguindo a classificação descrita por Sommerville [8], em Requisitos do Processo, Requisitos do Produto e Requisitos Externos. Além disso, sugere-se que o engenheiro de requisitos use os catálogos do *NFR-Framework* [2] para reorganizar e estender os requisitos não-funcionais originais.

Classificar dos Requisitos Não-Funcionais

Requisitos do Processo

RNF001	Desenvolvimento do sistema - em linguagem Java com JSP (Java Server Pages)
--------	---

Requisitos do Produto

RNF002	Segurança – Confidencialidade O sistema deverá prever mecanismos para controlar o acesso ao sistema (<i>login</i> e senha).
RNF003	Segurança – Disponibilidade O sistema deverá estar disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana.
RNF004	Segurança – Integridade Os dados inseridos e consultados devem ser consistentes e sincronizados. Realizar <i>backup</i> de segurança.
RNF005	Usabilidade Deverá ter facilidade de uso, <i>help-online</i> e mensagens de operações Deverá haver controle interno no sistema para que o mesmo seja abandonado automaticamente, caso

	o usuário deixe de usá-lo por dez minutos. A tela inicial de <i>login</i> deverá ser apresentada para continuidade do trabalho suspenso.
RNF006	Confiabilidade Sistema sempre disponível.
RNF007	Performance Deverá manter compacto o armazenamento de dados no servidor dedicado, tempo de resposta satisfatório para as transações (regras de otimização).
RNF008	Banco de Dados - SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) Firebird 1.5.
RNF009	Utilizar UML para modelagem
RNF010	Servidor Web (Apache Server) que gerencia as requisições vindas da Internet.
RNF011	Servidor de regras de negócio (Jakarta Tomcat) que gerencia o acesso às informações.

Requisitos Externos

RNF012	Interoperabilidade O sistema deverá prever interoperabilidade, de forma a promover intercâmbio com outros sistemas ou <i>software</i> de apoio. Podemos citar como <i>sub-softgoal</i> da interoperabilidade a
--------	--

	portabilidade, flexibilidade e customização de sistema. Plataforma java, acesso por vários <i>browsers</i> .
--	--

5.4. Nova Modelagem dos Requisitos não-Funcionais (Proposta)

Após a reorganização dos requisitos não-funcionais, um novo grafo SIG foi gerado, ilustrado na Figura 4, cujo objetivo é demonstrar que os requisitos não-funcionais proporcionam para o engenheiro de requisitos uma visão mais global e realista do sistema. No grafo é possível observar que, depois que os requisitos não-funcionais foram reorganizados, novos relacionamentos foram identificados. Por exemplo, a sub-softgoal *Integridade* foi decomposta em *Precisão*, que em seguida foi operacionalizada em *Sincronizar dados*.

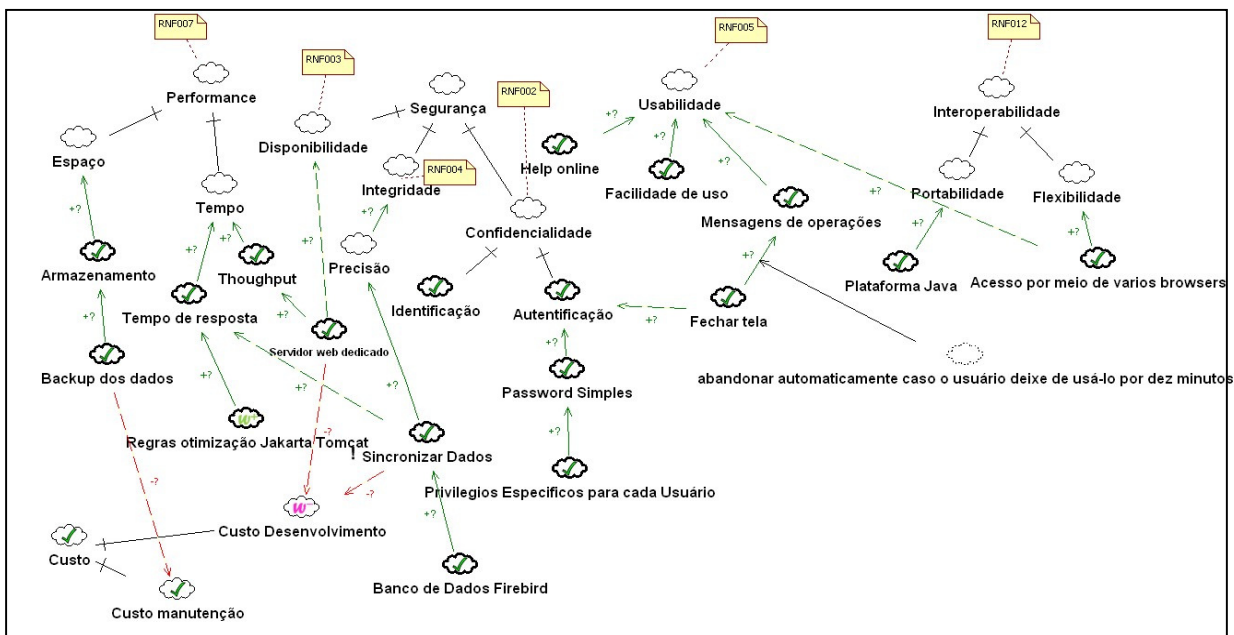


Figura 4 - Grafo SIG com os Novos RNFs Propostos

5.5. Quadro Comparativo por Tipos de Softgoal e Relacionamentos

Após a atividade de construção do grafo SIG dos RNFs propostos, foi gerado um Quadro 2 com todos os tipos de elementos do grafo SIG. Este quadro separa os itens que compõem os grafos SIGs original e proposto. O objetivo é demonstrar numericamente a diferença entre eles, para cada item. Como se pode observar, as *softgoals* de requisitos não-funcionais da proposta, que representam os requisitos de nível mais

abstrato, são superiores a quantidade de *softgoals* de requisitos não-funcionais originais.

Isto pode ser evidenciado em quase todos os itens do quadro, com exceção das *softgoals declarativas*. Adicionalmente, baseado na Quadro 2, pode-se gerar gráficos de barra (Gráfico 1) para que o engenheiro de requisitos possa visualizar os itens compostos pelo SIG de forma mais clara.

Quadro 2 - Comparativo por Tipos de Softgoal e Relacionamentos

	Softgoal RNFs	Sub-Softgoal RNFs	Softgoal de Operacionalização	Softgoal Declarativas	Correlações Positivas	Correlações Negativas	Totais
Original	4	2	4	1	1	0	12
Proposta	5	10	18	1	4	3	41

5.6. Indicadores da Evolução dos RNFs (Original) Frente aos RNFs Propostos a partir do NFR-Framework.

A partir dos dados obtidos, foi calculada a Evolução dos RNFs (E_{RNF}), medindo a evolução dos RNFs originais frente aos propostos. O cálculo demonstra que a porcentagem apresentada neste estudo de caso apresenta taxa superior a 60 %, indicando a utilidade das atividades no processo proposto para a validação de requisitos não-funcionais.

$$VP = \frac{29}{12 + 29} \times 100 = 70,73 \%$$

Após a aplicação da fórmula, o E_{RNF} foi calculado como alto e o QEO baixo Percebe-se que houve uma significativa evolução dos RNFs originais frente aos propostos, e portanto a qualidade da especificação original dos RNFs era baixa conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Indicadores de Evolução dos RNFs Proposto e a Qualidade da Especificação Original

E_{RNF}	VP	QEO
Muito Baixa	$VP \leq 20\%$	Muito Alta
Baixa	$20\% < VP \leq 40\%$	Alta
Média	$40\% < VP \leq 60\%$	Média
Alta	$60\% < VP \leq 80\%$	Baixa
Muito Alta	$VP > 80\%$	Muito Baixa

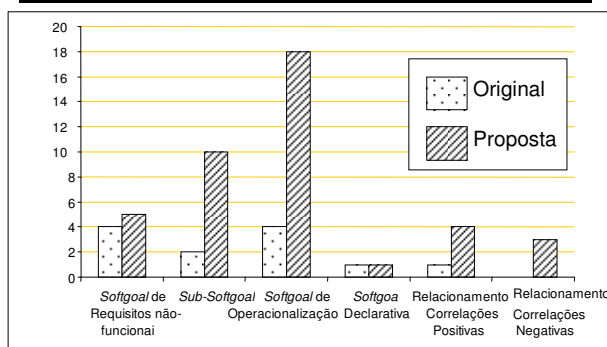


Gráfico 1 - Gráfico Comparativo dos Elementos do SIG Oriundos dos RNFs Originais e Propostos

6. Conclusão

Este artigo concentrou-se em uma das fases da Engenharia de Requisitos, tendo como eixo condutor o

processo de validação de requisitos não-funcionais. A utilização das atividades do processo de validação proposto contribuíram para:

- Criação de um modelo sistemático para avaliar a evolução dos RNFs;
- Apresentar um quadro com indicadores de Evolução dos RNFs Propostos e a Qualidade da Especificação Original dos RNFs;
- Detectar defeitos nos RNFs;
- Detectar omissões de RNFs;
- Avaliar a qualidade do documento de especificação de requisitos não-funcionais.

Como trabalhos futuros identificamos a necessidade de investigar o impacto das alterações dos requisitos não-funcionais sobre os requisitos funcionais; avaliar o quanto a baixa qualidade da especificação de RNFs pode tornar a implementação do projeto inviável; realizar experimentação das atividades propostas com outros especialistas; inserir uma análise minuciosa sobre o incremento da qualidade; e a adoção de pesos para os itens que compõem o quadro comparativo. Além disso, o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao processo de validação proposto, auxiliará os engenheiros de requisitos a identificar os requisitos não-funcionais e avaliar a qualidade do documento de especificação original, de forma ágil e segura.

Referências Bibliográficas

- [1]Cheng, B.H.C., e J.M. Atlee, "Research Directions in Requirements Engineering", Future of Software Engineering (FOSE), IEEE 2007.
- [2]Chung, L., B. Nixon, E. Yu, e J. Mylopoulos, "Non-Functional Requirements in Software Engineering", Kluwer Academic Publisher, 2000.
- [3]Grande, J., e L. Martins. Uma Ferramenta para Gerenciamento de Requisitos. WER06, Rio de Janeiro, 2006.
- [4]Lamsweerde, A.V., "Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour", Proceedings RE'01, 5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering, Toronto, Agosto 2001.
- [5]Leite, J., e J. Doorn, "Perspectives on Software Requirements", Kluwer Academic Press, 2004.
- [6]Mylopoulos, J., L. Chung, S.S.Y. Liao, H. Wang, e E. Yu, "Exploring Alternatives During Requirements Analysis", IEEE, Janeiro 2001.
- [7]Nuseibeh, B., e S. Easterbrook, "Requirements Engineering: A Roadmap", In ICSE – Future of SE Track, 2000.
- [8]Sommerville, I., e P. Sawyer, "Requirements engineering: A good practice guide", Wiley, Chichester, England 2000.