

Integração de Requisitos Não-Funcionais a Processos de Negócio: Integrando BPMN e NFR

Laís Xavier¹, Fernanda Alencar², Jaelson Castro¹, João Pimentel¹

1 Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luiz Freire s/n,
50740-540, Recife, Brazil
{lx, jbc, jhcp}@cin.ufpe.br

2 Departamento de Eletrônica e Sistemas, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acad.
Hélio Ramos, s/n, 50740-530, Recife, Brazil
fmra@ufpe.br

Resumo

A engenharia de requisitos é um fator crítico de sucesso em projetos de Software. Ou seja, uma elicitação de requisitos mal-realizada pode levar ao fracasso do projeto. Uma elicitação equivocada está relacionada a falta de compreensão do negócio pelo analista de sistemas, a falta de entendimento dos objetivos do sistema, a deficiência na comunicação entre analistas de negócio e analistas de sistema, entre outros. Esses fatores são, em parte, oriundos da dificuldade de ampla compreensão e validação dos modelos de requisitos, assim como da ausência de um tratamento adequado dos requisitos não-funcionais. Desta forma, neste trabalho propomos a extensão de uma notação para modelagem de processos de negócio (BPMN), que é de fácil compreensão pelos stakeholders, inserindo a noção de requisitos não-funcionais. Nesta abordagem, chamada BPMNFR, utilizamos catálogos de requisitos não-funcionais, descritos no NFR Framework, para orientar a descoberta de suas operacionalizações no modelo de negócios. Neste artigo exemplificamos a aplicação da abordagem através de um estudo de caso real.

1. Introdução

A engenharia de requisitos é amplamente reconhecida como um fator crítico de sucesso em projetos de Software [1]. Se não forem devidamente elicitados, requisitos incorretos, incompletos ou conflitantes podem levar o projeto ao fracasso. Em geral, esses problemas estão relacionados à falta de compreensão do negócio pelo analista de sistemas, ao mal entendimento da finalidade do sistema, e às falhas de comunicação entre analistas de negócio e analistas

de sistemas. Uma vez que esses fatores podem dificultar o alinhamento entre negócios e tecnologia da informação [2] [3], e por consequência levar os sistemas de informação a não satisfazer as necessidades da organização, é preciso que estratégias sejam criadas visando amenizar o impacto desses fatores.

A comunidade de engenharia de requisitos reconhece a importância do uso de conceitos relativos ao negócio para direcionar a elicitação de requisitos [4]. Trata-se, mais especificamente, da importância da modelagem organizacional durante a análise de requisitos [5], fazendo com que os analistas de sistemas desempenhem o papel de analistas de negócio [6]. Modelos organizacionais descrevem a estrutura e o comportamento de uma organização, sendo muito úteis para ajudar analistas de sistema a compreenderem corretamente o ambiente de negócios e os requisitos do sistema. Dentre várias abordagens, como o i* [27] e o EKD [29], a Notação para Modelagem de Processos de Negócio (do inglês, Business Process Modeling Notation) [10] está no caminho de se tornar um padrão *de factum*, sendo largamente utilizada na academia e na indústria. Em parte, isto ocorre devido à facilidade de entendimento dessa notação por ambos os analistas de negócio e de sistemas. De fato, a boa comunicação entre esses analistas é essencial na fase de requisitos [8]. No entanto, pode ser difícil de ser alcançada devido à existência de uma lacuna entre os domínios de negócio e de computação [9]. Essa lacuna pode causar desequilíbrios entre o que os usuários finais necessitam e o que os analistas de sistema compreendem. Uma das razões para a falta de comunicação é que os modelos de requisitos utilizados para interagir com os usuários finais podem ser difíceis de serem compreendidos e validados. Isso se deve, fundamentalmente, à falta de conhecimento das notações utilizadas para descrever os requisitos. Assim, modelos que facilitem a comunicação durante a análise de requisitos são de

extrema relevância e devem ser utilizados. Por esse motivo optamos pelo uso de BPMN [10], que usa construções usuais em processos de negócio [11].

Apesar da utilização de modelos de processos de negócio facilitar a interação entre os analistas de negócios, analistas de sistemas e usuário finais, esse tipo de modelo ainda não consegue abranger tudo o que os usuários finais desejam de um sistema de informação. Segundo [12], BPMN tem algumas limitações relacionadas à construção dos modelos, sugerindo assim, que os usuários finais não estão aptos a descreverem todos os fenômenos encontrados em situações reais. Em [13] é identificado que uma dessas deficiências da notação está na não existência da descrição dos requisitos não-funcionais (NFR). Segundo [14] erros provocados por não se lidar convenientemente, ou simplesmente não se lidar com requisitos não-funcionais são apontados como os mais caros e difíceis de corrigir. Como os requisitos não-funcionais são peças-chaves dentro da modelagem e elicitação de requisitos, tomamos a deficiência de BPMN em expressar esses requisitos como objeto de pesquisa. Assim, este trabalho fundamenta-se na análise de requisitos não-funcionais e na modelagem de processos de negócio, propondo-se uma abordagem, chamada BPMNFR, que visa a integração de requisitos não-funcionais à notação BPMN. Propõe-se a criação de novos símbolos para que esta notação possa contemplar os requisitos não-funcionais.

A principal contribuição desse trabalho é um processo que viabiliza a inserção das operacionalizações dos requisitos não-funcionais nos diagramas de processos de negócio. Além disso, tem-se a extensão do catálogo do NFR de usabilidade. A abordagem proposta trata da natureza subjetiva dos requisitos não-funcionais e colabora com mais uma evidência do uso da modelagem de processos de negócio como um passo inicial do processo da engenharia de requisitos.

A metodologia utilizada no desenvolvimento da abordagem BPMNFR, consistiu, inicialmente, de uma revisão bibliográfica dos principais trabalhos relacionados a modelagens de processos de negócio. Em seguida realizou-se estudo aprofundado sobre a notação de modelagem padrão BPMN. Como forma de avaliar especificamente os requisitos não-funcionais, utilizou-se o *NFR Framework* [16], [17], [18] visando decompor preocupações não-funcionais em operacionalizações que indicariam como de fato deveriam ser concretizadas na modelagem. Desta feita, definiram-se algumas adaptações à notação BPMN para que pudesse suportar a modelagem dos requisitos não-funcionais. Por fim, como forma de avaliar a utilização da abordagem proposta, realizou-se um caso

exemplo a partir de uma aplicação real na área de educação.

Este artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: na seção 2 são apresentadas as principais abordagens utilizadas na composição da proposta; na seção 3 descreve-se a abordagem proposta; na seção 4 apresenta-se o caso real; na seção 5 são apresentados os trabalhos relacionados; por fim, na seção 6 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Fundamentação

Nas seções seguintes são apresentadas as principais abordagens utilizadas na composição da proposta: a notação de modelagem de processo de negócios padrão adotada; e, a abordagem de modelagem de requisitos não-funcionais, a *NFR Framework*.

2.1. A Modelagem de Processos de Negócio

Segundo [19], a notação para a modelagem de processo de negócios, BPMN, é uma notação padrão para o desenho de fluxogramas em processos de negócios. Na prática, trata-se de um conjunto de regras e convenções que determinam como os fluxogramas devem ser desenhados. Seu principal objetivo é prover uma notação com interface amigável e que seja compreendida por todos os usuários envolvidos, desde os analistas de negócios até os analistas de sistemas.

A notação BPMN [10] consiste de um diagrama, chamado *Business Process Diagram* (BPD). O BPD é concebido a partir de um conjunto de elementos gráficos que compõem diagramas simples de serem desenvolvidos e compreendidos. A especificação completa BPMN define mais de 50 atributos, agrupados em quatro categorias básicas de elementos: *Flow Objects*; *Connecting Objects*; *Swim-lanes*; e, *Artefacts*. *Flow Objects*, tais como eventos, atividades (que também podem ser macro-processos) e gateways, são os elementos mais básicos usados para criar modelos BPMN. *Connecting Objects* são usados para interconectar *Flow Objects* através de diferentes tipos de setas. *Swimlanes* são usados para agrupar as atividades em categorias separadas para diferentes capacidades funcionais ou responsabilidades (por exemplo, papéis diferentes departamentos ou organizacional). Artefatos (*Artefacts*) podem ser adicionados a um modelo onde for considerado adequado, a fim de exibir mais informações relacionadas, tais como dados processados ou outros comentários.

A notação BPMN tem como principal vantagem a fácil compreensão de seus modelos por todos os atores envolvidos no processo de desenvolvimento de um

sistema. Porém, não são demonstrados de forma explícita os requisitos de qualidade (não-funcionais).

2.2. Requisitos Não-Funcionais

Os requisitos não-funcionais de software, em geral, relacionam-se com padrões de qualidade como confiabilidade, performance, robustez, etc. Esses requisitos são importantes, pois definem se o software será eficiente para a tarefa que se propõe a fazer ou não. Segundo [20], os requisitos não-funcionais representam requisitos adicionais que definem as qualidades globais ou atributos a serem exibidos pelo sistema resultante.

Muitos trabalhos sobre requisitos não-funcionais foram desenvolvidos [16], [21], [17] resultando em um *framework*, onde os requisitos não-funcionais são tratados como metas, possivelmente conflitantes, devendo ser identificados em sua forma mais geral e refinados até que se chegue a um conjunto de requisitos que satisfaçam ao requisito geral.

A abordagem *NFR Framework* [17] orientada a metas foi concebida para ser intuitiva e suportar a lógica dos desenvolvedores. Baseou-se em árvores E/OU usadas na resolução de problemas. Entretanto, essas metas, que representam requisitos não-funcionais podem raramente ser consideradas como totalmente “satisfeitas”. Diferentes decisões de projeto podem contribuir positiva ou negativamente em direção a uma meta particular. Essas metas podem ser avaliadas. Essa avaliação determina se um conjunto de requisitos não-funcionais está sendo alcançado por um projeto específico. Este *framework* oferece uma estrutura para representar e registrar a concepção e raciocínio dos processos em grafos, chamados *Softgoal Interdependency Graph* (SIG). Além disso, ele também oferece um catálogo de conhecimento, incluindo técnicas de desenvolvimento.

Neste trabalho a utilização do *NFR Framework* dentro do contexto da modelagem de processos de negócio irá contribuir para uma melhoria na qualidade da especificação, modelagem, análise e decisões tomadas ao longo do processo de desenvolvimento do sistema de informação. O *NFR Framework* torna explícitas as ligações e as soluções entre as *softgoals* e as operacionalizações coerentes em cada projeto. Isto permite uma visualização clara dos objetivos e, por conseguinte, analisar sistematicamente, o quanto o projeto esta alinhado com as especificações do usuário. A sua utilização combinada, juntamente com a modelagem de processos de negócio, irá ajudar a melhorar a comunicação com entre os analistas de

negócios e analistas de sistema, alinhando assim suas expectativas de maneira completa.

3. A abordagem BPMNFR

A abordagem BPMNFR foi elaborada para que mantivesse a legibilidade da notação utilizada, BPMN, e que fossem considerados os requisitos não-funcionais, ausentes na notação original.

A abordagem BPMNFR consiste em quatro fases:

- Construção do BPD;
- Inserção de rótulos nas atividades do BPD que representam os requisitos não-funcionais identificados para aquela atividade;
- Utilização, extensão ou criação de catálogos dos requisitos não-funcionais;
- Inserção das operacionalizações no BPD, agrupadas no grupo lógico rotulado.

A figura 1 representa graficamente o processo envolvido na abordagem BPMNFR, o fluxo de atividades além dos artefatos que são gerados a cada atividade. Durante o processo, ao todo, são gerados 4 artefatos como resultado de cada atividade : o BPD; o BPD com rótulos; o catálogo do NFR; e o BPD com as operacionalizações de NFR. Esses artefatos serão detalhados nas seções seguintes.

Destaca-se que as atividades do processo podem iterar mais vezes durante o processo de modelagem. Portanto não necessariamente os primeiros artefatos produzidos serão os artefatos definitivos na modelagem.

3.1. Construção do BPD

Na primeira fase, é feita a modelagem dos processos de negócio. Esses processos de negócio podem estar relacionados a um processo de desenvolvimento de uma aplicação, ou estarem de fato relacionados diretamente com a modelagem da própria aplicação, onde as funcionalidade da mesma são tratadas como atividades dentro da notação e os atores como *lanes* dentro de um *pool*.

Independentemente do tipo de modelagem, o diagrama de processos gerado deverá ser validado pelo analista de negócios e analista de sistemas, a fim de garantir que o processo foi adequadamente modelado e entendido. Esta primeira fase pode ter mais de uma interação com a finalidade de refinar o diagrama de processos. O artefato gerado nesta atividade dentro do processo da abordagem BPMNFR é um BPD.

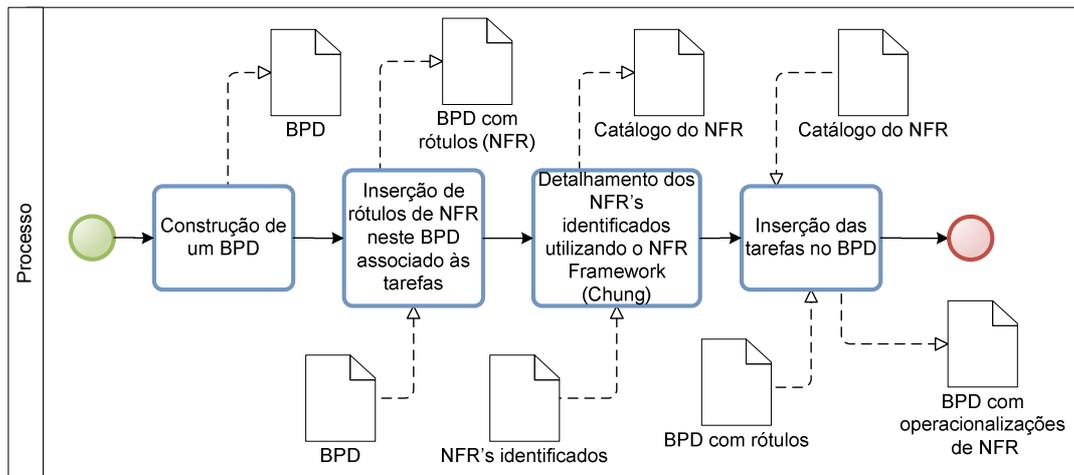


Figura 1. Abordagem BPMNFR

3.2. Rótulos de Requisitos Não-Funcionais no BPD

Nesta fase, o artefato de entrada é o digrama (BPD) gerado na fase anterior. Os analistas de negócios irão identificar os requisitos não-funcionais pertinentes à aplicação, pois o que determina a existência ou não de um requisito não-funcional na aplicação é o seu domínio. Após a identificação dos requisitos não-funcionais relevantes para o determinado domínio é necessário relacionar as atividades do BPD com os requisitos não-funcionais. As atividades que forem relacionadas com determinado requisito não-funcional deverão ser rotuladas com a inicial do requisito não-funcional ao qual ela está associada. Se existir mais de um requisito não-funcional que deve ser associado a uma atividade dentro do BPD, devem-se colocar tantos rótulos quanto a quantidade de requisitos não-funcionais associados. O artefato gerado nesta atividade é um BPD rotulado com os requisitos não-funcionais associados a atividades.

Identificados os requisitos não-funcionais e associadas as atividades com seus devidos rótulos, o próximo passo é descobrir quais as operacionalizações desse(s) requisito(s) não-funcional(ais). Isso é mostrado na próxima seção.

3.3. Detalhamento dos Requisitos Não-Funcionais

Os artefatos de entrada para esta atividade são os requisitos não-funcionais identificados na etapa anterior. Com os requisitos não-funcionais identificados e relacionados às atividades do BPD é necessário que sejam descobertas as operacionalizações destes requisitos não-funcionais.

Para detalhamento dessas operacionalizações usa-se o *NFR Framework* [17]. Caso já exista algum catálogo para o requisito não-funcional em questão, ele poderá ser utilizado. Todavia, deve ser adaptado para levar em consideração as particularidades do domínio da aplicação. Se o catálogo não existir, deve-se criá-lo a partir do *NFR Framework*, também observando o domínio da aplicação.

Quando houver mais de um requisito não-funcional envolvido, é necessário que se tenha uma maior atenção na criação do catálogo. Essa atenção maior é importante, pois podem existir interdependências entre os requisitos, ocasionando desta forma uma interferência, ou não, positiva ou negativa numa operacionalização ou *softgoal* de outro requisito diretamente. Esta interferência pode ajudar ou prejudicar a satisfazer este outro requisito.

Esta atividade gera um artefato de saída que é o catálogo dos requisitos não-funcionais. Com o catálogo do requisito não-funcional criado e/ou refinado. O próximo passo é identificar quais operacionalizações desse catálogo serão relevantes para o domínio da aplicação, pois não é necessário o uso de todas as operacionalizações sempre.

3.4. Inserção das operacionalizações no BPD

Os artefatos de entrada para esta atividade do processo da abordagem BPMNFR são o BPD modelado na primeira atividade e os catálogos dos requisitos não-funcionais gerados a partir do passo anterior. Finalmente o BPD, previamente modelado, deverá ser modificado, isto é, alguns elementos devem ser removidos ou introduzidos de acordo com as operacionalizações identificadas. Nem todas as operacionalizações deverão estar neste último passo,

cabe ao analista de negócios, juntamente com o analista de sistemas, decidir quais as operacionalizações serão pertinentes ao domínio.

As operacionalizações escolhidas se transformarão em atividades ou macro-processos dentro do BPD. Essas atividades/macro-processos devem estar agrupadas num grupo lógico. Esse grupo lógico pode estar no macro-processo definido ou dentro dos subprocessos. O grupo lógico deve estar associado à atividade que estava antes rotulada. Essa associação pode ser feita através do elemento de associação, ou pode estar dentro de um subprocesso da atividade antes rotulada.

Para facilitar o rastreamento, foi elaborada uma tabela com quatro colunas, conforme indicado na tabela 1. Na primeira é colocada a tarefa que foi rotulada na segunda fase da abordagem BPMNFR. Na segunda coluna é colocado o requisito não-funcional que se refere à tarefa rotulada. Na terceira coluna são apresentadas as operacionalizações que foram encontradas para o requisito e que estão diretamente ligadas a tarefa que foi rotulada. Por fim, na quarta coluna são apresentadas as classificações de cada uma das operacionalizações. São apresentadas duas classificações. A primeira classificação está relacionada ao lugar que as operacionalizações ocupam dentro do BPD, obtido através da execução do último passo da abordagem BPMNFR. Essas operacionalizações podem ser de dois tipos:

- **A** indica as operacionalizações que estão associadas através de um fluxo de seqüência à tarefa anteriormente rotulada;
- **S** indica as operacionalizações que fazem parte do sub-processo da tarefa anteriormente rotulada, estando, portanto dentro do sub-processo desta tarefa.

A segunda classificação está relacionada à natureza da operacionalização, isto é, se a operacionalização se tornou uma tarefa ou um macro-processo dentro do BPD.

- **T** se a operacionalização se tornar uma tarefa única;
- **MP** se a operacionalização se tornar um macro-processo com tarefas internas.

Desta forma, com essa tabela é possível fazer a correspondência entre as tarefas rotuladas do BPD e as operacionalizações que foram criadas a partir do requisito não-funcional.

Depois da inserção das operacionalizações em forma de tarefas dentro de um BPD e agrupadas através de um grupo lógico a abordagem BPMNFR sugere uma maneira explícita de prover em nível de negócio a modelagem dos requisitos não-funcionais.

3.5. Vantagens e Desvantagens

A abordagem BPMNFR proposta visa a inserção de requisitos não-funcionais durante a fase de modelagem de negócio. Todavia, com uma notação que seja de fácil entendimento entre TI e clientes/usuários, conseguindo, desta forma, que os objetivos de negócio sejam melhor alcançados. Assim, a partir da descoberta das operacionalizações dos requisitos não-funcionais, através do uso do *framework* baseado em metas descrito na seção 2.2, pode-se inserir essas operacionalizações no diagrama BPM de forma simples e clara. Por outro lado, a grande desvantagem de uso desta abordagem BPMNFR é a utilização, durante seu processo, de duas ferramentas para a geração dos dois modelos de base: o BPMN e outro o *NFR Framework*. Portanto, o analista de sistemas deverá conhecer e utilizar duas ferramentas durante o processo de modelagem.

A limitação desta abordagem se dá em relação aos catálogos, pois se não existirem catálogos genéricos que utilizem o *NFR Framework* para um determinado requisito não-funcional, o analista de sistemas terá de criar um.

Na seção seguinte é apresentado o caso real utilizado para avaliar o uso da abordagem BPMNFR.

4. O Caso Real de Aplicação

O Ministério da Educação do Brasil (MEC) iniciou diversos projetos na área de tecnologia com o intuito de incentivar a modernização do ensino e das técnicas pedagógicas. Assim, convidou a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), através da Secretaria de Ensino a Distância da UFPE (SEAD), que juntamente com o Centro de Informática da UFPE, aceitaram o desafio de propor e desenvolver um protótipo multimídia. O estudo de caso deste trabalho ocorreu no contexto desta parceria entre o MEC e a UFPE. Foi necessário desenvolver um protótipo de um equipamento que reunisse as características especificadas pelo MEC, bem como um software robusto que suportasse estas características com uma interface que atendesse às necessidades específicas do usuário. Portanto, o caso configura o desenvolvimento de um sistema de hardware, software e interface, ambiente perfeito para aplicação da abordagem BPMNFR proposta. Durante um ano, uma equipe técnica multidisciplinar formada por 20 pessoas trabalhou dedicada ao projeto denominado Lampejo.

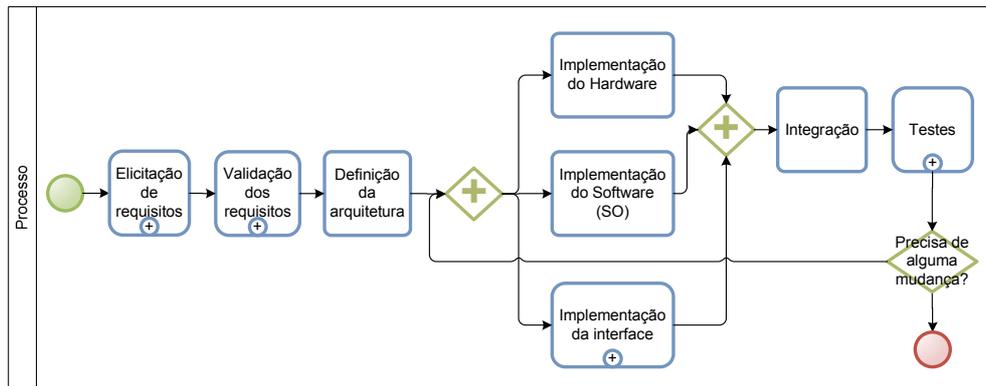


Figura 2. Macro processo de desenvolvimento do Lampejo

Nas subseções seguintes, serão apresentados e detalhados todos os passos para a utilização da abordagem BPMNFR, para o estudo de caso. Apesar de a aplicação ser real, em função da limitação de espaço, não será possível se apresentar todas as atividades de todos os processos desta aplicação. Para maiores detalhes consultar [30]

4.1. Modelagem do processo de desenvolvimento do produto

Nesta primeira etapa, que corresponde à primeira fase da abordagem, construiu-se o diagrama de processos para o desenvolvimento da aplicação entregue ao MEC. Este processo foi modelado utilizando a notação de BPMN, gerando-se o BPD.

Os macro-processos identificados foram: elicitação de requisitos; validação dos requisitos; desenvolvimento dos componentes do sistema; e, testes. Existem também atividades, tais como: definição de arquitetura e integração.

Uma visão geral sobre os processos de desenvolvimento do Lampejo é apresentada na figura 2. Para um melhor entendimento, o macro-processo de elicitação de requisitos será detalhado e mostrado a seguir. Uma visão detalhada desse macro-processo é importante para que se entenda todo o contexto e faça sentido nos próximos passos da validação da

abordagem BPMNFR. Salientamos que todos os demais macro-processos foram detalhados.

4.1.1. Macro-processo de Elicitação de requisitos. O primeiro na lista de atividades, no desenvolvimento da aplicação, e é de suma importância para o bom entendimento das funcionalidades e das necessidades do usuário. As atividades identificadas para esse macro-processo podem ser vistas na figura 3: análise de competidores; conversa com o stakeholder (no caso professores e pedagogos); análise qualitativa dos dados colhidos nas duas atividades anteriores; identificação das principais funcionalidades da aplicação usando como base a análise qualitativa; e, finalmente, elaboração da versão preliminar do documento de requisitos.

O macro-processo de Elicitação de Requisitos gera como artefato o documento de requisitos. Este processo é linear e não tem muitos pontos de decisão, pois ainda existirá a etapa de validação dos requisitos, apresentados no artefato que foi gerado.

Durante a elaboração do macro-processo mostrado na figura 2 e de seus sub-processos ainda não foi possível modelar com clareza os requisitos não-funcionais. O processo de desenvolvimento do produto foi modelado e a partir disto foi dado início a próxima fase da abordagem BPMNFR; a fase de rotulação das atividades.

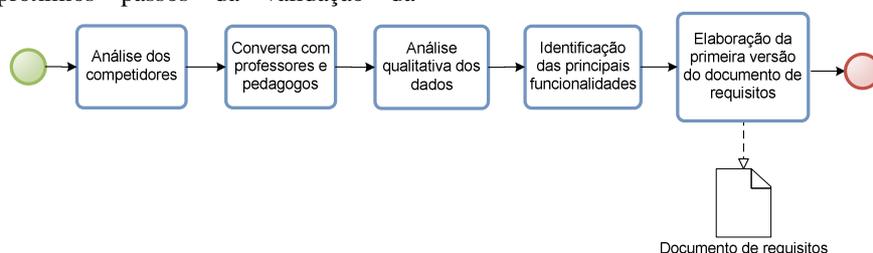


Figura 3. Subprocesso de elicitação de requisitos

4.2. Inserção dos requisitos não-funcionais através dos rótulos

Os diagramas gerados na fase anterior servirão de artefato de entrada para esta nova fase. Durante a elicitação de requisitos os requisitos não-funcionais foram identificados e nesta fase serão associados de forma explícita às atividades dentro dos processos através dos rótulos. Esses rótulos representam graficamente os requisitos não-funcionais através de um círculo com a inicial do requisito não-funcional dentro, conforme visto na seção 3.2

No projeto lampejo, os requisitos não-funcionais identificados foram: mobilidade; acessibilidade; usabilidade; auto-contido; robustez; facilidade no transporte; baixo custo de manutenção; e, baixo custo com infra-estrutura. Dentre esses requisitos não-funcionais, os mais críticos são usabilidade, mobilidade e acessibilidade. Neste trabalho, tratamos apenas do requisito usabilidade para o estudo de caso em questão.

Levando-se em consideração a usabilidade, as atividades que estão relacionadas são: elicitação de requisitos; implementação da interface; validação dos requisitos; e, testes do produto; conforme figura 4.

Se, após a identificação das operacionalizações, o analista notar que ficou faltando rotular alguma tarefa, esta rotulação ainda poderá ser feita, levando-se em consideração que a abordagem BPMNFR propõe um processo incremental.

Depois de identificadas as atividades que são relacionadas aos determinados requisitos não-funcionais, isto é, as atividades que foram rotuladas, dá-se início à próxima etapa.

4.3. Operacionalizações dos requisitos não-funcionais

Após os requisitos não-funcionais serem identificados, necessário que sejam descobertas as operacionalizações desses requisitos para que se transformem em atividades dentro do BPD. Essas operacionalizações podem ser descobertas analisando-se: um catálogo baseado em *NFR Framework* já existente, como os catálogos encontrados em [17]; ou, estendendo um catálogo já existente para adaptar a um domínio específico; ou, se o catálogo não existir, definindo-o usando a notação do *NFR Framework* de Chung [17]. No estudo em questão, o requisito não-funcional que está sendo trabalhado é usabilidade.

Como mostrado na figura 5, foi criado um catálogo para usabilidade. Para o seu desenvolvimento foi utilizado como base três conceitos de usabilidade: metas; princípios de design; e, heurísticas.

As metas estão num nível de abstração mais alto, são fatores de satisfação e estabelecem critérios de usabilidade para aceitabilidade de um sistema [23]. Os princípios de design são lembretes do que fornecer e do que evitar durante o design da interface [24]. Heurísticas são princípios da usabilidade utilizados na prática, servem para avaliar a aceitabilidade das interfaces [25].

O catálogo criado ainda foi estendido para atender às particularidades do domínio do estudo em questão e da aplicação utilizada (o Lampejo). O detalhe do refinamento do catálogo é mostrado na figura 6.

Com o catálogo baseado no *NFR Framework*, devidamente adaptado ao domínio da aplicação, podemos identificar quais operacionalizações farão parte do BPD.

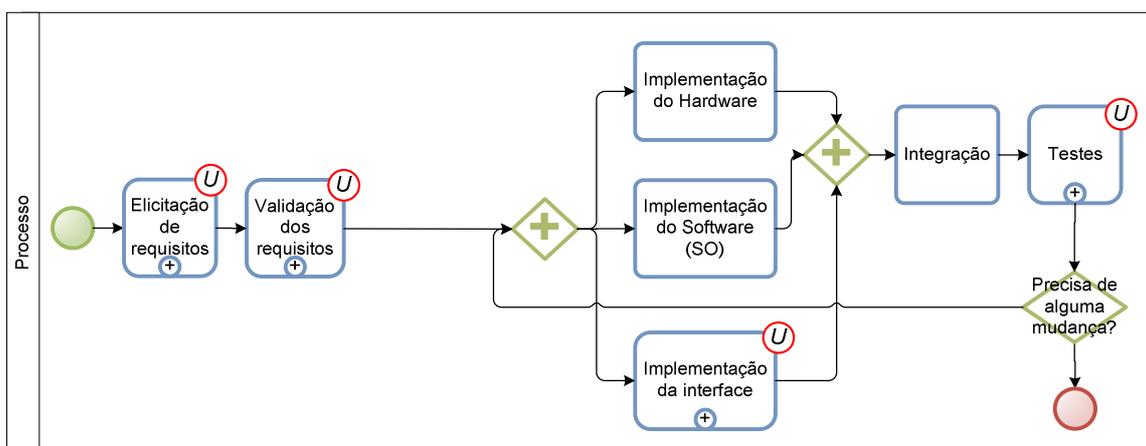


Figura 4. Diagrama do Lampejo rotulado

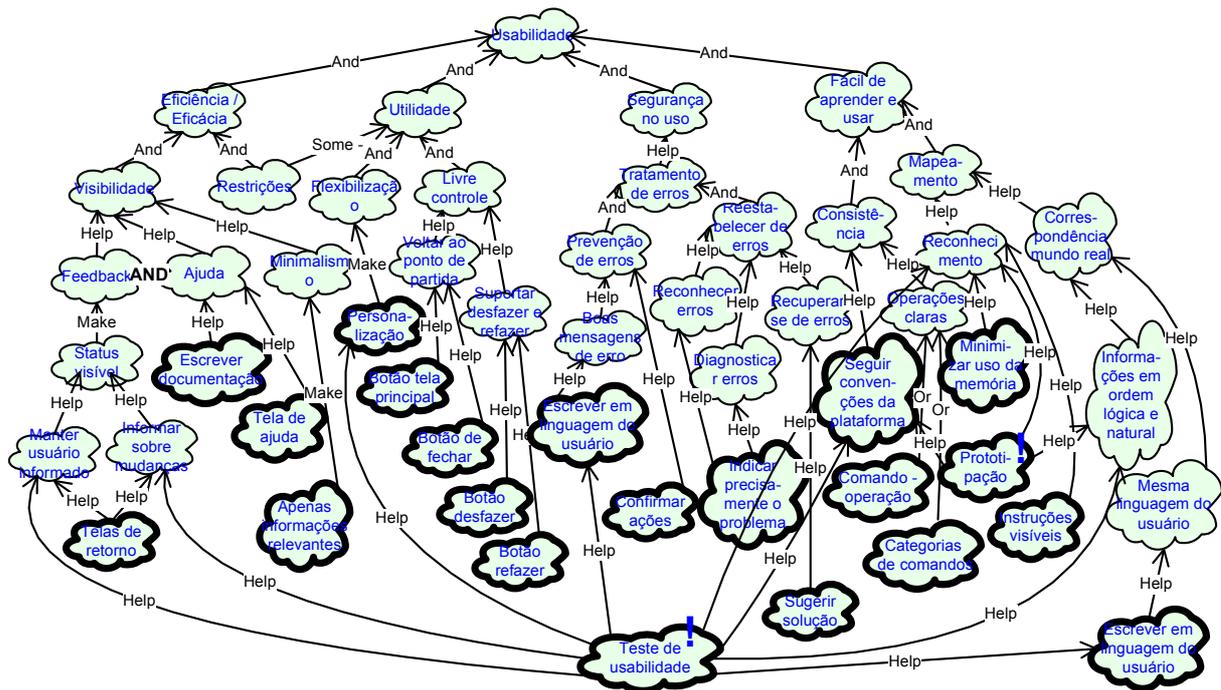


Figura 5. Catálogo de usabilidade completo

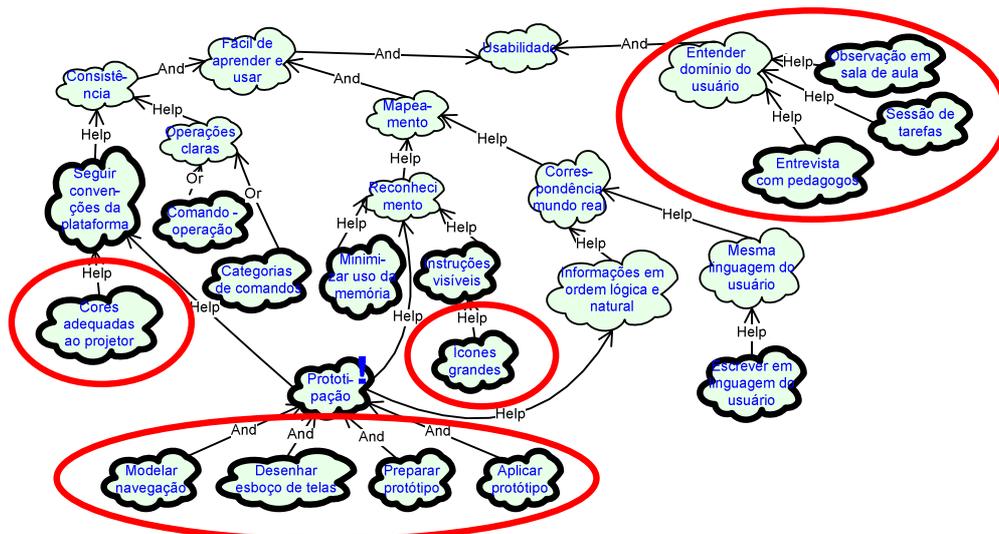


Figura 6. Catálogo de usabilidade refinado

4.3.1. Identificação das operacionalizações. Depois de ter o catálogo do requisito não-funcional com todas as operacionalizações possíveis, cabe ao analista de negócios identificar quais dessas operacionalizações deverão fazer parte do BPD. Essa escolha deverá ser norteada pelo domínio da aplicação, pois depende dele a existência ou não de uma operacionalização no BPD.

No estudo, as operacionalizações que fazem sentido para o domínio da aplicação são: “Desenhar ícones

grandes”; “Escolher cores que se adequem ao uso do projetor”; “Observações em sala de aula”; “Sessões de tarefas com os alunos”; “Entrevistas com professores e pedagogos”; “Modelar navegação das telas”; “Desenhar esboço das telas”; “Preparar a aplicação do protótipo”; “Aplicar protótipo com os usuários”; e, “Teste de usabilidade.

4.4. Inserção das operacionalizações no BPD.

Com a escolha das operacionalizações do requisito não-funcional que irão fazer parte do BPD já feita, finalmente pode-se inseri-las a partir do ponto de marcação feito no começo, os rótulos. Neste estudo de caso, as atividades que tinham operacionalizações associadas foram (figura 4): elicitação de requisitos; validação dos requisitos; implementação da interface; e testes do produto. Para cada uma dessas atividades as

operacionalizações foram associadas e identificadas através do grupo lógico. Neste artigo são apresentadas apenas as operacionalizações associadas à atividade de “Elicitação de Requisitos”.

Na figura 7, é inserido um processo a mais, o de prototipação, referente à operacionalização prototipação que aparece no catálogo de usabilidade refinado.

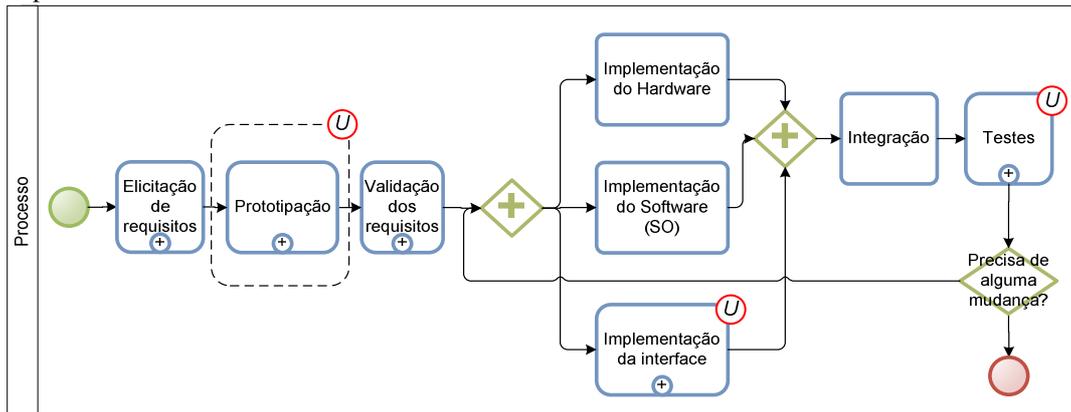


Figura 7. Operacionalizações dos requisitos não-funcionais no BPD do Lampejo

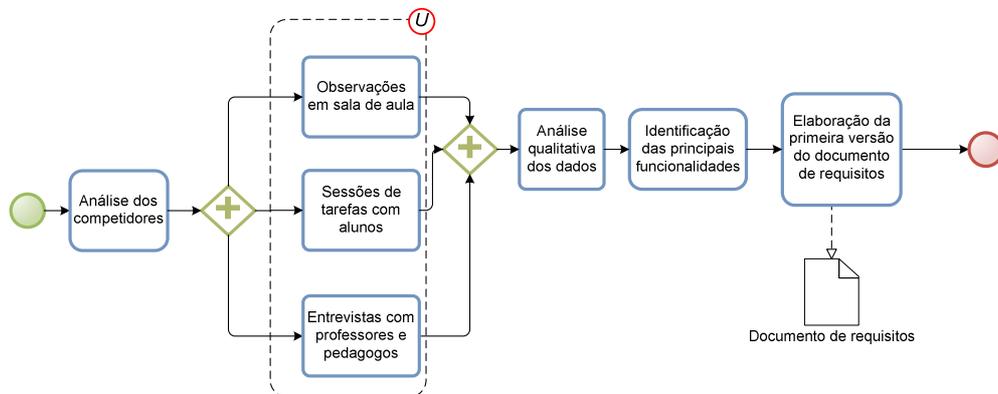


Figura 8. Operacionalizações dos requisitos não-funcionais no BPD de elicitação de requisitos

Tabela 1. Correspondências de operacionalizações

Tarefa rotulada	RNF associado	Operacionalizações	Tipo
Elicitação de Requisitos	Usabilidade	Observações em sala de aula	S / T
		Sessão de tarefas com alunos	S / T
		Entrevistas com professores	S / T
		Prototipação	A / MP
Validação de Requisitos	Usabilidade	Colher resultados da prototipação	S / T
Implementação da Interface	Usabilidade	Criação das telas baseada na prototipação	S / T
		Escolha das cores que se adequem ao projetor	S / T
		Desenho dos ícones	S / MP
Testes	Usabilidade	Teste de usabilidade	S / MP

A operacionalização Prototipação está ligada com a elicitação de requisitos, pois era esta atividade que antes estava rotulada.

Na figura 8, são inseridas as operacionalizações: “Observações em sala de aula”; “Sessões de tarefas com os alunos”; e, “Entrevistas com professores e pedagogos”. Essas operacionalizações estão relacionadas ao novo *softgoal* – “Entender domínio do usuário” - que precisou ser criado no refinamento do catálogo de usabilidade. Essas operacionalizações foram inseridas dentro do macro-processo de elicitação de requisitos. A simples atividade de conversa com professores e pedagogos foi substituída por três atividades relacionadas a cada uma das operacionalizações identificadas.

Para facilitar a análise e o rastreamento, a tabela 1 foi criada e com ela é possível fazer a correspondência entre as tarefas rotuladas do BPD e as operacionalizações que foram criadas a partir do requisito não-funcional usabilidade.

Todas as tarefas que foram rotuladas tinham o mesmo requisito não-funcional associado, Usabilidade.

Da elicitação de requisitos derivaram-se quatro operacionalizações da usabilidade que foram associadas posteriormente: Observações em sala de aula; Sessão de tarefas com alunos; Entrevistas com professores que foram alocadas dentro do sub-processo de elicitação e foram inseridas como tarefas; assim como, Prototipação que é uma atividade que está associada ao requisito de elicitação por meio de um fluxo associação e é um macro-processo.

Desta forma, os requisitos não-funcionais foram colocados num diagrama de modelagem de processos de negócio de forma explícita.

4.5. Considerações Finais.

Com o estudo de uma aplicação real, elucidou-se a utilização da abordagem BPMNFR proposta. Foi proposta a criação de novos símbolos a BPM de forma que essa notação possa contemplar os requisitos não-funcionais. Evidentemente, este foi um caso e precisaríamos aplicar a abordagem BPMNFR em outros domínios e com outros requisitos não-funcionais para que tivéssemos posições mais sólidas acerca das suas contribuições e limitações, entretanto foi possível, com o estudo de caso, fazer a crítica da abordagem BPMNFR e pensar em aspectos que contribuirão para a evolução posterior do modelo.

5. Trabalhos Relacionados

Brito e Moreira [26] apresenta, em seu trabalho, uma separação de preocupações transversais

(*concerns*) durante a fase de engenharia de requisitos, adicionando duas ideias principais. Primeiro, propõe a utilização de catálogos para ajudar na identificação e especificação dessas preocupações. O catálogo usado é baseado principalmente em *NFR Framework*. Em seguida, explora um refinamento das regras de composição, usando um conjunto de operadores com base nos principais operadores de LOTOS. O trabalho está voltado para preocupações transversais e não considera as preocupações relativas ao negócio. Na abordagem BPMNFR os processos de negócio são o principal foco, considerando não só a atualização de catálogos existentes, mas a extensão e/ou a criação de novos catálogos.

Pavlovski e Zou [13] utilizam BPMN para modelar processos e propõem uma extensão à notação para representar requisitos não-funcionais através de dois elementos, o *operating condition* e o *control case*. O objetivo é identificar requisitos não-funcionais a partir de restrições do negócio identificadas através da modelagem de processo de negócio. Constitui-se em uma extensão de BPMN que permita preocupações relativas ao negócio e requisitos não-funcionais. Os processos de negócio e requisitos não-funcionais são identificados e modelados durante a fase de engenharia de requisitos. A proposta não altera o fluxo semântico ou sintático da notação, entretanto a complementa. A principal ideia é aplicar os dois elementos criados (*control case* e *operation condition*) aos modelos de processos de negócio. No trabalho citado a identificação dos requisitos não-funcionais permanece em alto nível e não há decomposição dos mesmos. Este é o trabalho mais próximo a abordagem BPMNFR proposta, porém a maior diferença entre eles se dá na operacionalização dos requisitos não-funcionais. O trabalho de Pavlovski e Zou [13] não identifica as operacionalizações do requisitos não-funcionais nem detalha os mesmos. A descrição dos requisitos não-funcionais fica num nível de abstração maior. Além disso os autores não utilizam o *NFR Framework* para descrever os requisitos não funcionais.

Yu [27] propõe o *framework i** - denominação associada a “intencionalmente distribuído”. É uma técnica de modelagem que faz uso dos conceitos do *NFR Framework* [17], especialmente dos *softgoals*, que são utilizados nos dois modelos: Dependências Estratégicas (SD) e Razões Estratégicas (SR) para elaborar modelos de negócio e auxiliar o redesenho de processos [17]. No *framework i** [27], as organizações constituem-se de atores sociais que dependem uns dos outros para satisfazer um *softgoals*, alcançar objetivos, executar tarefas e fornecer recursos. A técnica *i** faz uma análise a partir dos objetivos relativos ao estado do negócio que um ator deseja alcançar, mas também dos *softgoals* relativos às condições, que o ator deseja

obter, delineadas pelas suas intenções e razões. Todavia, a sequencialidade das atividades ou a temporalidade não é o foco dessa abordagem. Além disso, os diagramas *i** podem se tornar muito complexos quando for necessária uma maior granularidade e refinamento dos processos na modelagem [27]. Além de ser uma notação pouco utilizada no mercado, em contraponto à notação BPMN estendida neste artigo. O trabalho de De la Vara [28] descreve uma abordagem baseada em modelagem de processos de negócios e propõe uma análise feita através de BPMN e Maps [22] (uma abordagem em objetivo/estratégia). O ambiente de negócio é modelado na forma de diagramas de processo de negócio. Os diagramas são validados pelos usuários finais, assim a finalidade do sistema é analisada a fim de decidir sobre o efeito que o sistema de informação deve ter sobre os processos de negócio. Depois, requisitos são especificados por meio da descrição das tarefas dos processos de negócio que devem ser suportadas pelo sistema. Paralelamente a abordagem BPMNFR, esta abordagem também utiliza rótulos, porém os rótulos nessa abordagem servem para identificar as atividades que poderão ser automatizadas. O foco dessa abordagem não se encontra na identificação e integração de NFR.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

A engenharia de requisitos ainda é uma fase do desenvolvimento de software onde erros e enganos são comuns, devido ao seu caráter subjetivo. Por ser uma fase inicial no ciclo de desenvolvimento de *software*, ela pode ser a fonte de problemas que se manifestam nas demais fases do desenvolvimento. Como resultado, o sistema desenvolvido pode não satisfazer as reais necessidades da organização onde ele será implantado. Alguns dos fatores geradores de erros em requisitos são a falta de compreensão do negócio da empresa pelo analista de sistemas, a falta de foco no escopo do software e uma deficiência na comunicação entre os *stakeholders* e o analista de sistema.

Este trabalho descreveu a abordagem BPMNFR, que visa amenizar o impacto desses fatores, baseando-se na modelagem dos processos de negócio por meio de BPMN e dos requisitos não-funcionais descritos utilizando o *NFR Framework*. Com esta abordagem esperamos que analistas de sistema possam compreender e analisar corretamente a organização, suas necessidades e os atributos de qualidade que a ela são importantes.

Com BPMN, os analistas de negócio e analistas de sistemas compartilham uma linguagem que seja compreensível a ambos graças ao BPMN. Os demais

stakeholders, como os usuários, são capazes de validar se a estrutura organizacional e o comportamento organizacional estão devidamente entendida pelo analista de sistemas, a partir dos diagramas de processo. No entanto, o BPMN não contempla os requisitos não-funcionais. Sendo assim propomos a utilização do *NFR Framework* para modelar e facilitar a descoberta das operacionalizações de requisitos não-funcionais.

O resultado desta pesquisa foi um processo que viabiliza a inserção das operacionalizações dos requisitos não-funcionais nos diagramas de processos de negócio. Desta forma, contribuímos com mais uma evidência do uso de modelagem de processos de negócio como um passo inicial no processo de engenharia de requisitos.

A viabilidade de aplicação da abordagem BPMNFR proposta foi verificada através da aplicação a um caso real, que demonstrou a possibilidade de utilização da mesma.

A apresentação da importância da modelagem dos processos de negócios na fase de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de uma aplicação de software também foi uma contribuição deste trabalho, assim como a criação e detalhamento de um catálogo do requisito não-funcional usabilidade. O catálogo de usabilidade criado neste trabalho foi um passo inicial para elaboração de um catálogo de usabilidade mais completo. Em particular, ele poderia se tornar mais completo tomando-se como base a norma ISO/IEC 9126-1:2001 para qualidade de produtos de software.

Para validar de forma mais definitiva a abordagem proposta, se faz necessário considerar todos os demais requisitos não-funcionais para o domínio considerado, bem como sua aplicação a outros domínios. Poderemos explorar os requisitos que já têm algum catálogo no *NFR Framework*, assim como outros que ainda não foram catalogados.

Além da utilização em outras aplicações, domínios e requisitos não-funcionais, também é importante, para a evolução deste trabalho a implementação de uma ferramenta que suporte a extensão que fizemos do BPMN.

7. Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pela CAPES e pelo CNPq.

8. References

[1] Sommerville, I., Software Engineering, Addison-Wesley, 8th ed., 2006.

- [2] J. N. Luftman, R. Papp, and T. Brier, "Enablers and inhibitors of business-it alignment", *Communications of AIS*, 1999, pp. 1.
- [3] B. H. Reich, and I. Benbasat, "Factors that influence the social dimension of alignment between business and information technology", *MIS quarterly*, vol. 24 (1), 2000, pp. 81–113.
- [4] Sommerville, I. and Sawyer, P., *Requirements engineering: a good practice guide*, Willey, 1997.
- [5] M. Kirikova, and J. A. Bubenko, "Enterprise modelling: Improving the quality of requirements specifications", *Information Systems Research Seminar*, Scandinavia, Finland, 1994.
- [6] International Institute of Business Analysis (IIBA), *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge*, 2^a ed., 2009.
- [7] Dumas, M., van der Aalst, W., and Hofstede, A. T., *Process-aware information systems*, John Wiley and Sons, 2005
- [8] K. Holtzblatt, and H. R. Beyer, "Requirements gathering: the human factor", *Com. ACM*, vol. 38(5), 31–32, 1995.
- [9] A. Taylor-Cummings, "Bridging the user-is gap: a study of major information systems projects", *Journal of Information Technology*, vol. 13, 29-54, 1998.
- [10] BPMI. Org, "Business Process Modeling Notation", *OMG Available Specification*, Object Management Group, 1.1 ed., 2008.
- [11] J.J. Dubray, "Business Process Modeling Notation", Disponível em: www.ebPML.org, 2004.
- [12] J. Recker, M. Indulska, M. Rosemann, and P. Green, "How Good is BPMN Really? Insights from theory and practice", *Proc. 14th European Conference on Information Systems*, pp. 1582–1593, Goeteborg, Sweden, 2006.
- [13] C. J. Pavlovski, and J. Zou, "Non-functional Requirements in Business Process Modeling", *APCCM '08: Proc. of 15th on Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling*, Computer Society Inc., pp. 103–112, Darlinghurst, Australian, 2008.
- [14] L. M. Cysneiros, "Requisitos Não Funcionais: Da Elicitação ao Modelo Conceitual", Ph.D. thesis, PUC/RJ, 2001.
- [15] C. Wohlin, M. Höst, P. Runeson, and M. Ohlsson, "Experimentation in Software Engineering", Springer, vol. 6, 2000.
- [16] J. Mylopoulos, L. Chung, and B. Nixon, "Representing and Using Non-Functional Requirements: a process oriented approach", *IEEE Trans. on Software Engineering*, vol. 18 (6), pp.483 – 497, 1992.
- [17] Chung, L., Nixon, B. A., Yu, E., and Mylopoulos, J. *Non-Functional Requirements in Software Engineering*. Springer, 2000.
- [18] J. Mylopoulos, L. Chung, S. S. Liao, H. Wang, and E. Yu, "Exploring Alternatives during Requirements Analysis", *IEEE Software*, vol. 18, pp. 92–96, 2001.
- [19] S. A. White, "Introduction to BPMN", IBM Corporation, 2006, Disponível em: http://www.bpmn.org/Documents/Introduction_to_BPMN.pdf, acesso em: Fev 2010.
- [20] T.G. Kirner, and A.M. Davis, "Nonfunctional Requirements of Real-Time Systems", *Advances in Computers*, vol. 42, pp.1–37, 1996.
- [21] L. Chung, and B.A. Nixon, "Dealing with Non-Functional Requirements: three experimental studies of a process-oriented approach", *Proc. of the 17th International Conference on Software Engineering (ICSE '95)*, ACM, pp. 25–37, New York, NY, USA, 1995.
- [22] C. Rolland, "Conceptual Modelling in Information Systems Engineering: capturing system intentionality with Maps", Springer Berlin Heidelberg, pp. 141-158, 2007.
- [23] Preece, J., Rogers, Y., and Sharp, H., *Design de Interação: além da interação Homem-Computador*. Bookman, 2005.
- [24] Norman, D. A. , *The Design of Everyday Things*, Basic Civitas Books, New York, 1988.
- [25] J.Nielsen, "Usability Inspection Methods", *Chap. Heuristic Evaluation*, pp. 413–414. ACM, New York, NY, USA, 1994.
- [26] I. Brito, and A. Moreira, "Integrating the NFR Framework in a RE Model". *Proc. of the 3rd Aspect-Oriented Software Development Conference (AOSD)*, Lancaster, UK, 2004.
- [27] E. Yu, "Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering" Ph.D. thesis, Department of Computer Science, University of Toronto, 1995.
- [28] J. L. de La Vara, J. Sánchez, and O. Pastor, "Business Process Modelling and Purpose Analysis for Requirements Analysis of Information Systems", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 213–227, 2008.
- [29] Bubenko jr., J., Brash, D., and Stirna, J., "EKD User User Guide", ESPRIT Programme 7.1 project no. 22927, *Electrical Knowledge for Transforming Applications*, Royal Institute for Technology, Stockholm, 2001.
- [30] L. Xavier, "Não-Funcionais a Processos de Negócio: Integrando BPMN e RNF", *Dissertação*, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.