

Um Processo Criativo de Elicitação de Contextos para Sistemas Sensíveis ao Contexto

Alternative Title: A creative process to elicit contexts for context sensitive systems

Carlos Batista

Centro de Informática, UFPE, Recife - PE - Brasil
Fac. de Ciências Aplic. e Soc. de Petrolina - FACAPE
Petrolina - PE - Brasil
carlos.batista@facape.br

Carla Silva

Centro de Informática
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Recife - PE - Brasil
ctlls@cin.ufpe.br

RESUMO

A engenharia de requisitos se preocupa com a identificação dos serviços (requisitos funcionais) e das restrições (requisitos não-funcionais) que um sistema deve atender para satisfazer as necessidades dos seus usuários. Os requisitos, por sua vez, sofrem influência cada vez maior do contexto em que os sistemas serão utilizados. Na busca por sistemas que sejam adaptáveis às necessidades dos usuários e às mudanças no contexto operacional, surgem os sistemas sensíveis ao contexto. Existe a necessidade de um processo para elicitar contextos de forma sistemática para sistemas dessa natureza. Diante desse cenário, propõe-se um processo para elicitação de requisitos e informações contextuais para ser usado durante a fase de engenharia de requisitos. O processo se baseia na técnica *Group Storytelling* e também inclui mapas mentais, as dimensões 5W1H (*who, what, when, where, why e how*) e a dimensão condicional que são usados para estruturar e organizar as informações levantadas; heurísticas foram definidas para guiar a identificação dos contextos a partir da informação capturada no mapa mental estruturado com o 5W1H + condicional. Além disso, as informações contextuais são analisadas e modeladas utilizando um *framework* específico para contextos. Para ilustrar o uso do processo, utilizou-se um sistema de Casa Inteligente. O processo também foi aplicado no contexto de em uma empresa de tecnologia da informação para avaliação e posterior refinamento. Em seguida, a eficácia e facilidade de uso do processo foram avaliadas em um estudo empírico realizado em ambiente acadêmico. Os resultados obtidos indicam que o processo é útil e fácil de utilizar, trazendo benefícios para o desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto.

Palavras-chave

Engenharia de requisitos, processo de elicitação de contextos, sistemas sensíveis ao contexto.

ABSTRACT

Requirements engineering is concerned with the identification of services (functional requirements) and restrictions (non-functional requirements) that a system must meet to satisfy the needs of its

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

SBSI 2015, May 26–29, 2015, Goiânia, Goiás, Brazil.
Copyright SBC 2015.

users. Requirements, in turn, are increasingly influenced by the context in which the systems are used. In the search for systems that are adaptable to the needs of users and to changes in the operating environment, context-sensitive systems arise. There is a need for a process to systematically elicit contexts to such systems. Given this scenario, we propose a process to elicit requirements and contextual information to be used during the requirements elicitation phase. The process is based on the *Storytelling Group* technique and also includes mind maps, the 5W1H dimensions (*who, what, when, where, why and how*) and the conditional dimension that are used to structure and organize the information collected; heuristics were defined to guide the identification of contexts from the information captured in the mind map structured with 5W1H + conditional. Moreover, the contextual information is analyzed and modeled using a specific framework for contexts. To illustrate the use of the process, a Smart Home system was used. The process was also applied in the context of an information technology company for evaluation and posterior refinement. Then, the effectiveness and easiness of use of the process were evaluated in an empirical study in an academic environment. The results obtained indicate that the process is useful and easy to use, bringing benefits to the development of context sensitive systems.

Categories and Subject Descriptors

D.2.1 [Software Engineering]: Requirements/Specifications – languages, methodologies.

General Terms

Measurement, Documentation, Design, Experimentation, Human Factors, Standardization, Languages, Theory.

Keywords

Requirements engineering, context elicitation process, context sensitive systems.

1. INTRODUÇÃO

O estudo sobre o contexto e sua influência na tomada de decisões tem sido foco de uma série de estudos de pesquisa [5]. O contexto influencia o indivíduo no momento de selecionar uma alternativa durante o levantamento de requisitos.

Além de influenciar o processo de elicitação de requisitos, a mudança de contexto pode determinar a mudança de comportamento dos sistemas de software, visando satisfazer os requisitos dos *stakeholders*. Tais sistemas são chamados de

sistemas sensíveis ao contexto, pois se adaptam de acordo com as circunstâncias e o contexto do ambiente em que operam. Essa adaptação pode ser, por exemplo, através da mudança na sequência de ações, na forma de interação, na aparência e no tipo de informação a ser apresentada aos usuários. Portanto, é preciso identificar os contextos sob os quais esses sistemas irão operar, de modo a fazer com que o seu comportamento mude de acordo com as mudanças nos contextos, com o propósito de atender as necessidades dos *stakeholders* da melhor forma. Embora o interesse no desenvolvimento desse tipo de sistema tenha crescido [23], a identificação sistemática de contextos ainda é um problema em aberto.

Diante do exposto, este artigo apresenta um processo capaz de apoiar a elicitación de contextos, no desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto, utilizando uma técnica de narrativa de grupo (*Group Storytelling*), as dimensões 5W1H – *who, what, when, where, why e how* [18, 23] – e condicional. *Who* indica informações contextuais relacionadas com a identificação das entidades. *Where* se relaciona com aspectos da localização, *what* identifica as atividades em que as entidades estão envolvidas, *when* indica informações referentes à perspectiva temporal, *why* está relacionado com a motivação por trás das ações do usuário e *how* define a forma como os elementos contextuais são obtidos. A dimensão condicional trata das informações relativas às condições necessárias para que uma tarefa seja realizada (condicional). Esta é uma das facetas utilizadas no framework BVCCoN (Business Process Configuration with NFR and Context-Awareness) para a modelagem de processos de negócio que variam de acordo com o contexto [20]. Para apoiar a elicitación dos requisitos optou-se pela técnica de narrativa *Group Storytelling*, usada em vários trabalhos, como por exemplo [13, 14]. Essa técnica traz como vantagem a possibilidade dos *stakeholders* produzirem, de forma colaborativa, uma história relacionada a um domínio de aplicação, proporcionando um maior conhecimento acerca do referido domínio. A partir da narrativa construída com o *Group Storytelling*, faz-se uma análise do seu conteúdo, no sentido de obter os requisitos e as informações contextuais relevantes para a aplicação. Essa etapa de análise é apoiada pelas dimensões 5W1H e as informações são estruturadas e organizadas em mapas mentais. Para analisar os contextos, utilizou-se o *framework* definido em [1]. Finalmente, as informações contextuais e os requisitos capturados foram modelados com o framework BVCCoN [20].

As seções seguintes deste artigo estão organizadas da seguinte maneira: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica, a seção 3 demonstra o processo de descoberta de contextos proposto neste trabalho, a seção 4 apresenta a validação da proposta, na seção 5 estão os trabalhos relacionados, ficando as conclusões na seção 6.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Contexto e Sistemas Sensíveis ao Contexto

A definição para Sistemas Sensíveis ao Contexto (Context Sensitive Systems – CSS) apresentada por Dey e Abowd [9] tem sido referenciada por diversos pesquisadores, dos quais podemos citar Vieira *et al.* [23]. Segundo Dey e Abowd [9], um sistema sensível ao contexto é aquele que utiliza contexto para fornecer informações ou serviços relevantes para o usuário, sendo que a relevância depende da tarefa do usuário.

Segundo Wan [24], o conceito de contexto tem sido estudado por filósofos, linguistas, psicólogos e, recentemente, por cientistas da computação. De acordo com esse autor, em muitas áreas de pesquisa em ciência da computação, nomeadamente em serviços

baseados na web, interação humano-computador (IHC), aplicações de computação ubíqua e sistemas sensíveis ao contexto, há uma necessidade de fornecer uma definição operacional formal do contexto. No caso dos sistemas sensíveis ao contexto, em particular, Vieira *et al.* [23] afirmam que "ainda não há um consenso entre os pesquisadores" quanto à definição do que vem a ser o contexto e o que ele abrange. Essa falta de consenso ainda persiste atualmente.

Bazire e Brézilon [4] reuniram cerca de 150 definições relacionadas a diversos domínios e concluíram principalmente que (i) o contexto representa um conjunto de restrições que exerce influência sobre o comportamento de um sistema, "embutido em uma dada tarefa", e que (ii) a definição de contexto está vinculada à área de conhecimento a qual ele pertence.

Uma definição clássica de contexto, bastante referenciada, foi apresentada por Dey e Abowd [9]: "Contexto é qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um objeto considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação. O contexto é tipicamente a localização, a identidade e o estado das pessoas, grupos ou objetos físicos e computacionais".

Na visão de Vieira *et al.* [23] sobre a definição de contexto, é feita uma distinção entre dois conceitos: (i) o elemento contextual que representa qualquer "dado, informação ou conhecimento" que possibilite caracterizar uma entidade em um domínio; e (ii) o contexto da interação entre um agente (humano ou de software) e uma aplicação, na realização de uma tarefa, que corresponde ao "conjunto de elementos contextuais instanciados que são necessários para apoiar a tarefa atual". O elemento contextual é um tipo de informação estável que pode ser definida em tempo de projeto. Já o contexto é dinâmico e dependente da tarefa atual do agente, devendo ser definido em tempo de execução, no momento da interação [23].

XU *et al.* [26] define contexto como todo conhecimento, mesmo que implícito, acerca de uma entidade em um domínio, que possibilite particularizar uma situação. Situação esta que poderá influenciar ou ativar um comportamento, seja de um agente ou de uma aplicação, durante a interação entre o agente e a aplicação na execução de uma tarefa. Entendemos situação como uma condição especial, interessante para uma aplicação, que merece resposta desta aplicação em tempo de execução.

Levando-se em conta a ausência de uma definição de contexto que seja completa e padronizada na comunidade científica, neste trabalho, realizamos um "merge" entre as definições de Dey e Abowd [9], Vieira *et al.* [23] e XU *et al.* [26]. Assim, consideramos que contexto é um conjunto de elementos contextuais instanciados que são necessários para apoiar a realização de uma tarefa do sistema, quando há a interação entre um ator (humano ou software) e o sistema em questão. Já elemento contextual é qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um objeto considerado relevante para a interação entre um ator e um sistema, incluindo o próprio ator e o sistema. Quando o contexto for aplicável, o sistema se adaptará em tempo de execução, a fim de prestar melhores serviços.

2.2 Contexto e Engenharia de Requisitos

Identificar os serviços que o cliente espera de um sistema e as restrições sob as quais este sistema será utilizado e construído é

uma das tarefas mais difíceis na engenharia de software. Estes serviços e restrições são os requisitos do sistema [17].

Para sistemas sensíveis ao contexto, a identificação dos requisitos para adaptação requer um bom conhecimento do contexto em que o sistema será executado [21]. Observa-se a necessidade de se diferenciar o que é contexto na disciplina de Engenharia de Requisitos. Nessa disciplina, as relações entre o meio ambiente e os usuários e entre os próprios usuários podem ser consideradas como contexto [10].

Knaus [12] distingue tipos de contextos na Engenharia de Requisitos: (i) o contexto de uso - ajuda a entender melhor os requisitos; (ii) o contexto de usuários - é usado para uma elicitación de requisitos mais eficaz, e; (iii) os contextos capturados durante a elicitación de requisitos - são úteis para a adaptação de sistemas sensíveis ao contexto. Neste trabalho, o foco é direcionado ao contexto do tipo (iii), que por sua vez é influenciado pelos contextos do tipo (i) e (ii) e, portanto, precisa ser descoberto durante a elicitación de requisitos.

2.3 Criatividade em Engenharia de Requisitos

De acordo com Lemos *et al.* [14], a criatividade é uma campo de pesquisa multidisciplinar que tem sido investigado a partir da perspectiva de *design*, artes, psicologia, literatura, entre outras áreas. Para estes autores, o pensamento criativo deve ser recomendado como uma atividade importante no processo de desenvolvimento de software.

Nguyen e Shanks [15] destacam duas principais motivações para o surgimento da criatividade como uma nova área de pesquisa dentro da engenharia de requisitos. A primeira delas decorre do avanço das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) - Internet, computação móvel e ubíqua, por exemplo - que influenciam radicalmente na forma como as pessoas vivem e trabalham. Pessoas e organizações buscam cada vez mais formas inovadoras para maximizar os benefícios decorrentes destas tecnologias. Neste aspecto, o pensamento criativo é fundamental na descoberta de requisitos para futuros sistemas de informação. A segunda motivação é que pesquisas recentes têm destacado a natureza altamente criativa e intuitiva do processo de engenharia de requisitos. Outros estudos têm utilizado técnicas de criatividade para potencializar o pensamento criativo durante o processo de engenharia de requisitos.

Neste trabalho, duas técnicas consideradas criativas foram integradas ao processo: *Group storytelling* e Mapas Mentais.

2.3.1 Group Storytelling

A técnica narrativa *Group storytelling* consiste na coleta de informações através de histórias contadas por participantes de um processo que será apoiado por um sistema de software. Ao contar uma história, as pessoas descrevem seus processos de trabalho, suas dificuldades, e oferecem sugestões de como esses processos poderiam ser melhorados. A história é contada utilizando linguagem natural e em grupo, o que possibilita a compreensão de um domínio a partir de perspectivas diversas [18]. O autor destaca que a história é um caminho natural para transmitir e compartilhar conhecimento, que traz como vantagem a capacidade de reproduzir situações associadas com seus contextos, conhecimento difícil de ser capturado somente a partir de técnicas tradicionais de elicitación de requisitos.

O processo do *Group storytelling* se divide em três fases: (i) construção, onde a história é efetivamente criada; (ii) redação, quando os eventos da narrativa são transformados em texto; e (iii)

conclusão, armazenamento da história para ser usada posteriormente.

Dois elementos importantes devem ser considerados na narrativa: **votações** e **versões**. A votação é uma solução democrática para decidir o rumo da história, caso ocorram divergências de opiniões muito fortes. Versões são criadas quando não se obtém um consenso em um ponto divergente da história, optando-se por uma bifurcação no fluxo de eventos, sendo uma história original e outra a bifurcação a partir do evento que motivou a divergência.

2.3.2 Mapas Mentais

Mapa mental é um diagrama que utiliza palavras-chave para representar e modelar um conceito ou um domínio específico [6]. Dentre os benefícios proporcionados pelo uso de mapas mentais, destacam-se: organização de ideias e conceitos, destaque para palavras-chave relevantes, agrupamento de ideias, criatividade, inovação e simplicidade [25].

O mapa mental da Figura 1, por exemplo, ajuda a entender a técnica *Group storytelling*, organizando as etapas necessárias para a aplicação da narrativa.

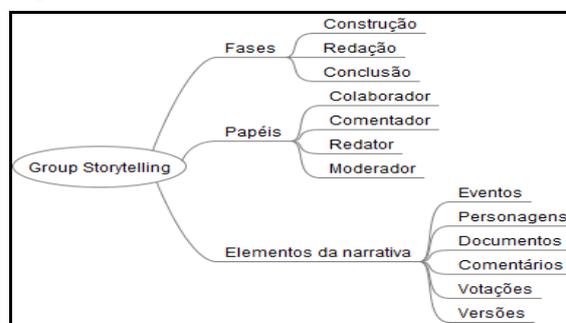


Figura 1: Processo do *Group Storytelling*

Neste trabalho, o mapa mental foi utilizado na descoberta de contextos, organizando e estruturando as informações contextuais elicitadas com a aplicação do 5W1H + condicional na história obtida com a técnica *Group storytelling*. O objetivo foi obter as necessidades e expectativas dos stakeholders, bem como facilitar o entendimento do sistema a ser desenvolvido. De fato, o uso de mapas mentais tem sido investigado como forma para contribuir na melhoria do processo de engenharia de requisitos especialmente na fase de elicitación de requisitos [7].

Os mapas mentais apresentados neste documento foram construídos com a ferramenta *Freemind*¹.

3. PROCESSO DE DESCOBERTA DE CONTEXTOS

A abordagem aqui apresentada busca a descoberta de contextos de forma sistemática, com o intuito de apoiar engenheiros de software no desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto. O processo é aplicado na fase de elicitación e especificação de requisitos e possui três etapas: (i) Elicitar Contextos, (ii) Analisar Contextos e (iii) Modelar Contextos.

O exemplo escolhido para ilustrar a utilização do processo foi a Casa Inteligente. Este domínio tem sido utilizado em alguns artigos publicados acerca do tema, como por exemplo, o trabalho apresentado em [16]. A seguir, cada etapa do processo é demonstrada em detalhe.

¹ freemind.sourceforge.net

3.1 Elicitar Contextos

A Figura 2 ilustra essa etapa do processo que é apoiada pela técnica *Group Storytelling*. Para um cenário de exemplo foi criado um grupo em uma rede social para que os participantes elaborassem uma história colaborativamente. Isso evitou a necessidade de reunir todas as pessoas em um mesmo lugar, o que normalmente é difícil na aplicação de técnicas de grupo.

Por se tratar de uma aplicação de caráter genérico, pois uma Casa Inteligente pode atender a usuários diversos, optou-se por convidar participantes com perfis heterogêneos para compor o grupo. Eles foram convidados a ajudar na construção da história, colocando comentários, eventos, fatos ou situações envolvendo uma casa inteligente, isto é, uma casa dotada de tecnologia suficiente para atender suas necessidades. Três graduandos em Ciência da Computação foram convidados para atuar como redatores, sendo um deles também moderador.

A partir da história contada pelos participantes, partiu-se para a análise do seu conteúdo. O NVivo², uma ferramenta bastante utilizada para análise de dados [2], foi utilizada nesta fase. As informações contextuais e os objetivos dos *stakeholders*, presentes na história, foram capturadas com base nas dimensões 5W1H e categorizadas de acordo com a sua respectiva dimensão: porque (*why*), o que (*what*), quem (*who*), onde (*where*), quando (*when*) e como (*how*). O próximo passo foi utilizar mapas mentais para organizar as informações identificadas.

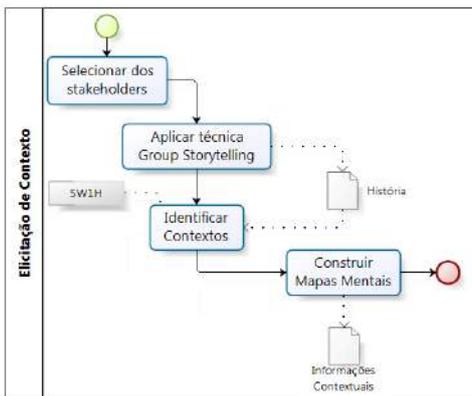


Figura 2: Elicitação de Contexto

Através da dimensão “*why*” foram obtidas as motivações ou intenções por trás das ideias sugeridas pelos colaboradores na história contada. Além da busca por conforto e tranquilidade, foi possível identificar preocupações referentes à segurança, saúde e recursos ambientais. A preocupação com os recursos naturais é reforçada com frases encontradas na história como: “(...) toda energia é proveniente de fontes renováveis: solar e eólica (...)”, “(...) captura águas de chuva e reaproveita águas servidas da pia e do chuveiro (...)”, “(...) sistema que irriga cada planta de acordo com a necessidade, levando em consideração a temperatura e a umidade do solo (...)”. O mapa mental da Figura 3 ilustra a organização das informações coletadas para essa dimensão.

Em seguida foram extraídas as informações contextuais associadas à dimensão “*what*” que identificam as atividades ou tarefas presentes na história. De acordo com a narrativa, uma casa inteligente deve apoiar seu inquilino em diversas atividades para lhe oferecer conforto e segurança de forma sustentável. Isto inclui tarefas que vão desde a visualização de imagens da casa a partir de

qualquer lugar, reconhecer o veículo do inquilino na sua chegada até auxiliá-lo no preparo de uma refeição ou na escolha de uma roupa para sair. O mapa mental da Figura 4 oferece uma visão parcial das atividades identificadas (a limitação de espaço impede a apresentação de todas as atividades identificadas).

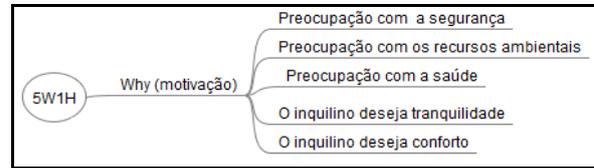


Figura 3: Motivação dos stakeholders

Para cada atividade identificada no passo anterior, foram colhidas, dentro da narrativa, informações acerca das demais dimensões (*Who, Where, When e How*), além das informações relativas às condições necessárias para que a tarefa seja realizada (condicional).

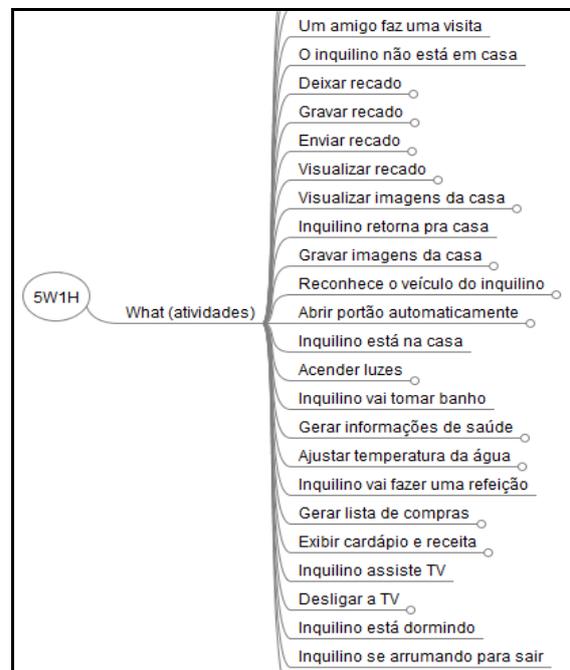


Figura 4: Atividades identificadas

A Figura 5 apresenta um mapa mental que ilustra as informações contextuais para a atividade Reservar Água.

Após a análise da história contada com a participação dos *stakeholders*, que resultou na captura e organização das informações contextuais através dos mapas mentais, tornou-se possível relacionar contextos considerados relevantes, sob o ponto de vista do analista, para a modelagem de uma casa inteligente. A documentação produzida nessa fase do processo servirá para o rastreamento das informações obtidas, pois será possível realizar o caminho inverso a partir das informações elicidadas e chegar ao ponto da história no qual elas foram motivadas ou justificadas.

Com a aplicação do processo no sistema da Casa inteligente, 40 contextos foram identificados. O quadro da Figura 6 apresenta os contextos obtidos com a aplicação do processo e respectiva identificação (letra C seguida de um número de ordem). Assumindo que a decisão sobre os contextos que são relevantes para os objetivos de um ator é de natureza subjetiva [1], presume-se que a experiência do analista pode influenciar nesta quantidade.

² http://www.qsrinternational.com/products_nvivo.aspx

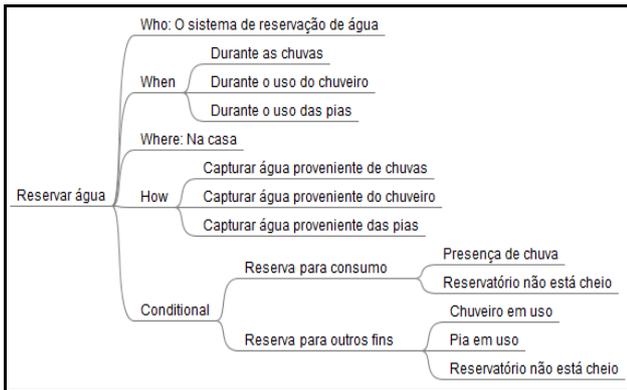


Figura 5: Atividade Reservar Água

Essas informações foram utilizadas como ponto de partida para a próxima etapa do processo, Analisar de Contextos, que será detalhada na próxima seção.

Id.	Contexto
C01	O inquilino está em casa
C02	Existe uma conexão ativa com a internet
C03	Existe um canal de comunicação com serviço de segurança do condomínio
C04	Existe um canal de comunicação com sistema do veículo do inquilino
C05	Está chovendo e o inquilino deseja reservar água para consumo
C06	A pia ou o chuveiro está sendo usado e o inquilino deseja reservar água para irrigar o jardim.
C07	O inquilino não está em casa e está na hora de irrigar o jardim.
C08	O inquilino não está em casa e alguém veio visitá-lo.
C09	O inquilino está no trabalho e deseja ver imagens da sua casa.
C10	O inquilino está retornando pra casa.
C11	O inquilino chega a casa no seu veículo.
C12	O inquilino vai tomar banho e o clima está frio.
C13	O inquilino deseja fazer uma refeição em casa.
C14	O inquilino está assistindo seu programa favorito e adormece.
C15	Uma pessoa entra na casa de forma suspeita.
C16	O inquilino deseja escolher o que vestir no guarda-roupa.
C17	Não está chovendo e é hora de irrigar o jardim
C18	O solo não está úmido e é hora de irrigar o jardim
C19	A temperatura está apropriada e é hora de irrigar o jardim
C20	Está chovendo e o reservatório de água para o consumo não está cheio
C21	A torneira da pia está ligada e o reservatório de água para finalidades diversas não está cheio
C22	O chuveiro está ligado e o reservatório de água para finalidades diversas não está cheio
C23	O inquilino não está em casa e um visitante deseja deixar um recado
C24	O inquilino não está em casa e existem recados deixados por uma visita
C25	O inquilino está em casa e o seu estado de saúde não está normal
C26	O inquilino deseja fazer as compras do supermercado
C27	O sistema da casa inteligente está operante
C28	Existe um display na porta de geladeira
C29	Existe um surto de dengue na cidade e o inquilino deseja repelir os insetos
C30	O reservatório de água para o consumo está cheio
C31	O reservatório de água para finalidades diversas está cheio
C32	Está chovendo
C33	A pia está em uso
C34	O chuveiro está em uso
C35	A temperatura ambiente é definida
C36	A umidade do solo do jardim é definida
C37	O cômodo onde o inquilino se encontra é identificado
C38	A luz está desligada
C39	A TV está ligada
C40	Informações básicas de saúde identificadas

Figura 6: Relação dos contextos elicitados

3.2 Analisar Contextos

Utiliza-se nessa etapa a abordagem proposta por [1], que especifica contextos como uma fórmula de predicados que podem ser considerado como fatos e declarações, com base na sua verificação por parte do ator. Esta forma de representação traz três conceitos importantes: **suporte**, **declaração monitorável** e **contexto monitorável**. Uma declaração tem o suporte de uma fórmula de predicados se esta fórmula apresentar provas suficientes para a verdade da declaração. Uma declaração é monitorável se existir uma fórmula de fatos que lhe dê suporte. Um contexto é monitorável se for possível especificá-lo por uma fórmula de fatos e declarações monitoráveis [1].

O primeiro passo da etapa é identificar os predicados, em seguida classificá-los como fatos ou declarações. As declarações são

analisadas para identificar os fatos que lhe dão suporte. O modelo BPMN que descreve esse sub-processo é ilustrado na Figura 7.

Para ilustrar a análise contextual, levamos em consideração o contexto C15 - Uma pessoa entra na casa de forma suspeita. Este contexto pode ser verificável pelos fatos (Facts): não houve permissão para abrir a porta (f1), existe movimento no interior da casa (f5) e a presença de alguém foi detectada (f6). Além dos fatos a declaração (Statement) de que alguém invadiu a casa (d1) também contribui para monitorar o contexto. Esta declaração por sua vez é suportada (Support) pela verificação de pelo menos um dos fatos: uma porta foi arrombada (f2), uma janela foi arrombada (f3) ou alguém entrou na casa de uma forma não usual (f4). A análise do contexto C15 é representada na Figura 8. A ilustração demonstra que o contexto será aplicável se a expressão $f1 \square (f2 \square f3 \square f4) \square f5 \square f6$ for satisfeita.

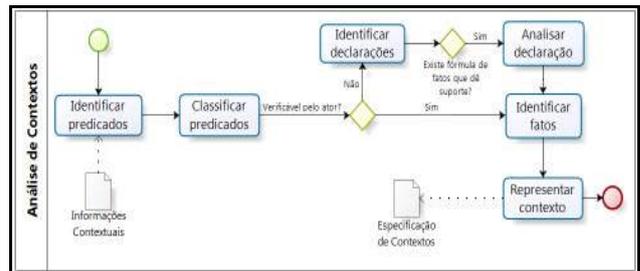


Figura 7: Sub-processo da análise de contextos

3.3 Modelar Contextos

A última etapa do processo consiste na modelagem do sistema com contextos. Com base na história dos stakeholders, define-se o modelo, em seguida identificam-se os pontos de variação a partir dos contextos que foram especificados e, finalmente, cria-se a modelagem com os contextos. O modelo BPMN que descreve esse sub-processo não foi apresentado por questão de espaço.

Para demonstrar a abordagem, foi utilizado o BVCCoN [20] que modela processos de negócio que variam com o contexto.

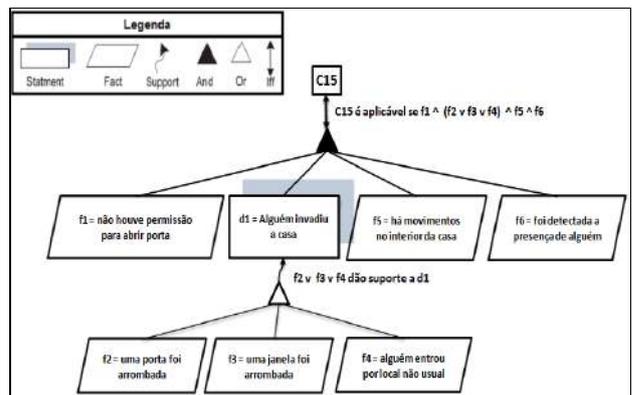


Figura 8: Análise do contexto C15

Inicialmente foi criado um processo de negócio com o fluxo padrão que serviu como modelo de referência para a realização da etapa de modelagem de contexto. Optou-se por criar um processo para o controle de acesso à Casa Inteligente, que está relacionado à preocupação com a segurança, envolvendo atividade de detecção da presença de visitantes ou de intrusos na casa.

O processo inicia-se com o monitoramento da entrada da casa. Quando alguém se aproxima da entrada, a presença é detectada e em seguida, o sistema identifica a entrada da casa por onde alguém

chegou e abre a porta automaticamente, finalizando o processo. A Figura 9 ilustra o processo.



Figura 9: Fluxo padrão do controle de acesso à casa

Para detectar a aproximação de pessoas na casa, o sistema pode utilizar duas variantes (V): sensor de presença (V1) ou sensor de movimento (V2). Assim foi detectado o Ponto de Variação PV1, associado à atividade “Detectar aproximação”.

Através das atividades “Identificar entrada” e “Abrir porta” foi possível identificar o Ponto de Variação PV2. Neste ponto é possível verificar que o fluxo do processo pode seguir por dois caminhos de forma exclusiva. Estes caminhos são associados aos contextos C08 (o inquilino não está em casa e alguém veio visitá-lo) e C15 (uma pessoa entra na casa de forma suspeita).

É possível verificar que a variante V3 será ativada se o contexto C15 for aplicável. Ou seja, se a expressão $f1 \square (f2 \square f3 \square f4) \square f5 \square f6$ for satisfeita (vide análise na Figura 7). Neste caso, as atividades “Soar alarme” e “Notificar serviço de segurança” serão realizadas e o processo se encerra. Caso o contexto C08 seja aplicável, o fluxo do processo será outro. Isto é, a variante V4 será ativada e as atividades “Notificar visitante”, “Gravar recado” e “Enviar recado” serão realizadas e o processo finalizado. Note que as variantes V3 e V4 são excludentes, se uma for ativada a outra não poderá ser acionada. Por isso o uso do operador lógico xor (or exclusive). A modelagem completa do processo, incluindo os pontos de variação, pode ser verificada na Figura 10.

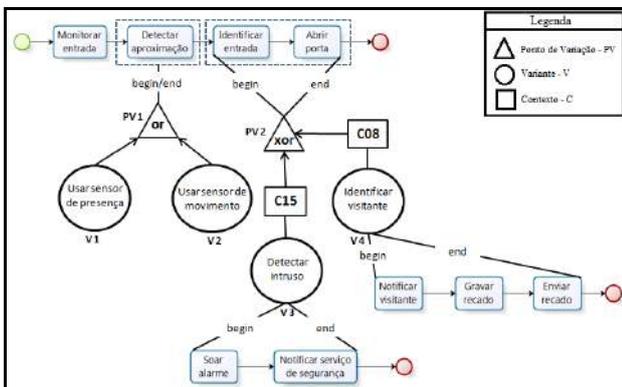


Figura 10: Modelagem do processo de controle de acesso

4. AVALIAÇÃO DO PROCESSO

Um estudo piloto foi realizado com o objetivo de refinar a abordagem. O estudo foi realizado em uma empresa de TI da cidade de Petrolina – PE no desenvolvimento de um sistema inteligente para o despacho de ambulâncias. A escolha deste domínio foi inspirada no trabalho de Souza e Mylopoulos [22] que utiliza o relatório de falhas do sistema de ambulância de Londres LAS-CAD para extrair os requisitos usados na avaliação da sua abordagem para projetos de sistemas adaptativos. Três funcionários integrantes da equipe de desenvolvimento da empresa e vinte e três pessoas participaram do estudo. Fizeram parte deste grupo de stakeholders reais, representantes dos diversos papéis relacionados com o domínio da aplicação, como médicos, enfermeiros, profissionais em saúde e potenciais usuários dos serviços de ambulância.

Através do estudo piloto foi possível verificar, na prática, as limitações do processo e as dificuldades da equipe. A tarefa de descobrir os contextos a partir da narrativa mostrou-se, além de complexa, bastante subjetiva. A partir desta observação, sentiu-se a necessidade de tornar a identificação dos contextos mais sistemática. Optou-se, então, pela definição de heurísticas para guiar as equipes na execução das etapas do processo.

Para orientar os analistas na descoberta dos contextos, a partir das informações organizadas no mapa mental, foram definidas as heurísticas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Heurísticas para a descoberta de contextos

Código	Descrição da Heurística
HDC - 1	Identificar no mapa mental as atividades do sistema
HDC - 2	Para cada atividade observar o seguinte:
HDC - 2.1	Se o responsável pela execução da atividade possuir algum atributo cujo estado é necessário para a habilitação de um comportamento, então esse atributo é considerado um contexto e deve ser descrito com o verbo no presente. Ex.: O sistema está operante, a equipe está disponível/ociosa.
HDC - 2.2	Se a atividade possui a dimensão de when e essa dimensão representa o momento em que um comportamento deve ser executado, então essa dimensão é um contexto descrito com o verbo no tempo que melhor o represente. Ex.: O atendimento foi concluído, chamado foi registrado.
HDC - 2.3	Se a atividade possui a dimensão de where e essa dimensão representa a localização a partir da qual um comportamento será habilitado, então essa dimensão é um contexto descrito com o verbo no passado. Ex.: Local do incidente identificado, localização da ambulância identificada.
HDC - 2.3.1	Se a dimensão representar um local que associado à presença de uma entidade definirá um comportamento a ser habilitado, então essa dimensão é um contexto descrito com o verbo no presente. Ex.: Equipe está no local.
HDC - 2.4	Se a atividade possui a dimensão de how com um ou mais comportamentos, então cada comportamento deve ter um ou mais contextos associados para determinar em qual situação o comportamento será habilitado. Ex.: Existe um sensor de chuva, Existe um sistema de GPS.
HDC - 2.5	Se a atividade possui a dimensão conditional com uma ou mais restrições/condições relacionadas à habilitação de um comportamento, então cada restrição/condição dará origem a um ou mais contextos associados aos comportamentos, de forma a determinar em qual situação o comportamento será habilitado. Ex.: Existe um canal de comunicação, Existe ambulância disponível.
HDC - 2.6	Se a atividade possui a dimensão de why , então ela representa uma ou mais motivações/intenções de uma entidade.
HDC - 2.6.1	Para cada motivação/intenção de uma entidade verificar se ela caracteriza um comportamento a ser habilitado.
HDC - 2.6.2	Se uma motivação/intenção estiver relacionada à habilitação de um comportamento, então um contexto deverá ser associado a ela. Ex.: Usuário deseja receber informações.

Para as heurísticas que nortearão a equipe de análise dos contextos identificados na fase de elicitação, foram utilizados os conceitos definidos por [1]. Essas heurísticas estão detalhadas na Tabela 2.

Com a definição das heurísticas, a equipe refez o processo do estudo piloto, partindo do mapa mental já elaborado. Assim, uma maior quantidade de contextos foram elicitados (antes 23, agora 34) e a tarefa de analisá-los pareceu menos complexa. Apesar dessas evidências indicarem uma possível melhora do processo, é preciso examinar o fato com moderação. De fato, fatores como um melhor entendimento do domínio e das técnicas utilizadas pela equipe, proporcionado pela primeira aplicação do processo, possivelmente pode ter influenciado na melhoria dos resultados.

Após o estudo piloto, a proposta foi avaliada com relação aos aspectos de facilidade de uso e eficácia, através de um estudo empírico no contexto de projetos acadêmicos com a participação de quatro estudantes de graduação em ciência da computação.

Para a realização do estudo, o processo foi utilizado no desenvolvimento de um sistema de check-in para empresas de transporte aéreo. Esse sistema foi escolhido por se tratar de um domínio de conhecimento comum e com características inerentes a sistemas sensíveis ao contexto.

O processo de avaliação combinou o modelo de aceitação da tecnologia (Technology Acceptance Model - TAM) [8] e o paradigma Goal Question Metric – GQM [3]. O modelo TAM foca em **utilidade percebida** e **facilidade percebida**. Por outro lado, optou-se pelo GQM por ele apoiar a identificação de métricas apropriadas e alinhadas com os objetivos da avaliação.

Tabela 2: Heurísticas para a análise de contextos

Código	Descrição da Heurística
HAC - 1	Para cada contexto verifique o seguinte:
HAC - 1.1	Se o ator tiver capacidade de capturar os dados necessários e calcular o valor verdade do contexto, então defina uma sentença que afirme esta capacidade e classifique-a como um fato.
HAC - 1.2	Se o contexto possuir um ou mais fatos relacionados a ele, então o contexto é classificado como verificável.
HAC - 1.3	Se o contexto é verificável, ele não precisa de maiores refinamentos.
HAC - 1.4	Se todos os fatos e fórmulas de fatos relacionados a um contexto verificável forem verdadeiros, então o contexto é aplicável.
HAC - 2	Se o contexto não for verificável, então deve-se identificar uma ou mais declarações que possam apoiar sua constatação por parte do ator.
HAC - 2.1	Para se constatar a veracidade de uma declaração por parte de um ator, a declaração pode ser apoiada por uma ou mais declarações e/ou por um ou mais fatos.
HAC - 2.1.1	Se existir uma ou mais declarações que deem suporte para que outra declaração seja verdadeira, então cada uma das declarações deve ser refinada.
HAC - 2.1.2	Se uma declaração for apoiada por um fato ou por uma fórmula de fatos, então ela não precisa de maiores refinamentos.
HAC - 3	Se uma declaração for apoiada por um fato ou por uma fórmula de fatos, então a declaração é monitorável.
HAC - 4	Se houver uma fórmula de fatos e declarações monitoráveis suficientes para calcular o valor verdade de um contexto, então o contexto é monitorável.
HAC - 5	Se todas as fórmulas de fatos forem verdadeiras, na especificação de um contexto monitorável, então este contexto é aplicável.
HAC - 5.1	Se todas as fórmulas de fatos que suportem as declarações forem verdadeiras, na especificação de um contexto monitorável, então este contexto é aplicável.
HAC - 6	Se um contexto é aplicável, então ele poderá habilitar um comportamento no sistema.

O estudo buscou resposta para as seguintes questões:

- A aplicação do “processo de descoberta de contextos a partir das dimensões 5WIH + condicional” é eficaz na construção de sistemas sensíveis ao contexto? Eficácia é entendida aqui como a capacidade do processo contribuir para identificar contextos de forma precisa e completa, sob o ponto de vista da equipe de desenvolvimento.
- A aplicação do “processo de descoberta de contextos a partir das dimensões 5WIH + condicional” é fácil de ser utilizado pela equipe de desenvolvimento?

A técnica utilizada para a coleta de dados foi a entrevista focalizada no objetivo da avaliação, partindo de um conjunto de questões relacionadas ao assunto, obtendo as informações diretamente do entrevistado. Como estratégia analítica foi utilizada a construção da explanação do estudo empírico na forma de uma narrativa e o relatório foi escrito no formato perguntas e respostas com base nas questões da entrevista.

Os resultados revelaram indícios da viabilidade do processo, alcançando bom nível de eficácia e facilidade de uso por parte da equipe. Entende-se que a partir do estudo realizado ainda não é possível generalizar os achados da avaliação, embora sejam relevantes. Acredita-se, portanto, que a abordagem possa ser mais explorada, aplicando-a em novos estudos e experimentos mais consistentes e controlados para fins de consolidação da proposta. Porém, os resultados mostraram-se animadores diante do desafio de definir um processo sistemático capaz de apoiar a engenharia de requisitos na elicitação de contextos para sistemas sensíveis ao contexto. Um fato motivador, que pode ser considerado relevante e justificável para dar continuidade na pesquisa, é que não foi

detectado, neste estudo, nenhum indicativo de inconsistência ou inviabilidade da aplicação do processo.

5. TRABALHOS RELACIONADOS

Santoro e Brézillon [19] apresentam uma discussão sobre o uso de uma ferramenta narrativa de grupo (*Tellstory*) para ajudar na descoberta de informações contextuais com base em uma história contada por um grupo. Para construir a história, a abordagem utiliza um *framework* de contexto baseado nas dimensões 5WIH, que funciona como um guia para estimular os participantes a lembrarem com mais detalhes dos eventos contados. Por fim, a formalização do contexto é feita a partir da interpretação do conhecimento presente na história do grupo. Essa abordagem é bastante semelhante ao processo que é defendido neste trabalho. Porém, ela utiliza as dimensões 5WIH para guiar os colaboradores na construção da história. Na nossa abordagem, os participantes contam livremente sua história e a equipe de desenvolvimento utiliza essas mesmas dimensões para categorizar as informações e, em seguida, organizá-las de forma estruturada em um mapa mental. Além disso, acrescentamos a dimensão condicional para capturar informações sobre as restrições ou condições necessárias para a execução de uma atividade. Outra diferença que merece destaque é o foco das propostas. O objetivo da proposta de [19] está mais voltado para a utilidade de uma ferramenta narrativa de grupo para a descoberta de contextos. A nossa abordagem foca no processo de elicitação de requisitos e contextos, incluindo sua organização, análise e modelagem.

O CSS Design Process é um processo para projetar sistemas sensíveis ao contexto, fornecido pelo framework CEMAntika, proposto por [23]. O seu intuito é explicitar o uso do contexto em uma aplicação, separando os requisitos de contexto dos requisitos convencionais da aplicação. Observa-se, porém, que nessa abordagem os requisitos de contexto são identificados a partir dos requisitos já elicitados. No entanto, Hussein e colegas [11] afirmam que existe a necessidade de levantar os contextos do sistema e como o sistema se adaptará as mudanças de contexto, já durante o levantamento dos requisitos. Os autores acreditam ser isto um dos grandes desafios para apoiar o desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto. Nesse sentido, a nossa proposta evidencia a preocupação com a elicitação de contextos já na fase inicial da elicitação de requisitos, com a colaboração e participação dos *stakeholders*. Essa é a diferença do nosso processo em relação ao CSS Design Process.

O framework BVCCon [20] foi usado na nossa proposta para modelar a variabilidade de processos de negócio e os contextos que nortearão a configuração dos processos. Uma limitação deste trabalho é a ausência de como identificar os contextos. Segundo o autor, a deficiência é resultante da falta de um método de elicitação de contexto e, para minimizar o problema, ele sugere a utilização de diferentes fontes de informação. Nossa proposta tem o intuito de preencher a lacuna apontada por esse autor.

6. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O processo aqui apresentado obtém ajuda de técnicas consideradas criativas – *Group storytelling* e mapas mentais - e das dimensões 5WIH + condicional para descobrir contextos para aplicações sensíveis ao contexto. Os contextos são descobertos a partir de uma história contada pelos *stakeholders*. A aplicação do processo resulta na identificação de informações contextuais, que são classificadas e organizadas através de mapas mentais. A partir destas informações, os contextos são analisados e modelados

juntamente com os requisitos do sistema por meio de modelos de processos de negócios com variabilidade.

A abordagem foi avaliada em um estudo empírico com relação a sua eficácia e facilidade de uso. Os resultados do estudo indicam a viabilidade do processo, considerando o grau de satisfação da equipe de desenvolvimento com relação aos aspectos avaliados. Embora não seja possível generalizar os resultados alcançados, eles parecem promissores diante do desafio de elicitar contextos no desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto.

Considerando que os trabalhos dessa área revelam a necessidade de um processo sistemático para a descoberta de contextos, com heurísticas que possam guiar a equipe de analistas na obtenção destas informações, a abordagem proposta pode ser considerada um passo importante para o preenchimento dessa lacuna.

Trabalhos futuros incluem: (i) realizar experimentos controlados para avaliar melhor o processo e possibilitar a obtenção de resultados que possam ser generalizados e (ii) desenvolver uma ferramenta para apoiar o processo e gerar os artefatos de forma que eles mantenham consistência entre si.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente apoiado pela FACEPE.

REFERÊNCIAS

- [1] ALI, R., DALPIAZ F., GIORGINI P. "A goal-based framework for contextual requirements modeling and analysis", In: *Req. Eng.* (2010) 15:439-458.
- [2] AMES, V. D. B. "As possibilidades de uso do software de análise qualitativa NVivo". Vol. 1, n.2 ago. 2013. Disponível em: http://www.sociologiasplurais.ufpr.br/v1n2_artigo12.pdf
- [3] BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. "The goal question metric approach." *Encyclopedia of software eng.* 2.1994 (1994): 528-532.
- [4] BAZIRE, M., BRÉZILLON, P. "Understanding Context Before Using It", In: *Proc. of the 5th Intl. and Interdisciplinary Conf. on Modeling and Using Context, LNAI 3554*, pp. 29-40, Paris, France. (2005).
- [5] BURNAY, C., JURETA, I., FAULKNER S., "Context-driven Elicitation of Default Requirements." *arXiv preprint arXiv:1211.2620* (2012).
- [6] BUZAN, T.; BUZAN, B. "The mind map book". London: BBC, 2003.
- [7] JAAFAR, J.; ATAN, M.; HAMID, N. "Collaborative mind map tool to facilitate requirement elicitation". In *Proc. of the 3rd Intl. Conf. on Computing and Informatics (ICOCI'11)*, Bandung, Indonesia (pp. 214-219), 2011.
- [8] DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*; Sep 1989; 13, 3; ABI/INFORM Global pg. 319.
- [9] DEY, A. K., ABOWD, G. D. "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications", *Human-Computer Interaction*, v. 16, n. 2-4, pp. 97-166. (2001).
- [10] HONG, D.; CHIU, D. K.; SHEN, V. Y. "Requirements elicitation for the design of context-aware applications in a ubiquitous environment". In *Proc. of the 7th Int. Conf. on Electronic Commerce* (pp. 590-596). ACM. 2005, August.
- [11] HUSSEIN, M.; Han, J.; COLMAN, A. "Context-Aware Adaptive Software Systems: A System-Context Relationships Oriented Survey". Technical Report# C3-516_01, Swinburne University of Technology, 2010.
- [12] KNAUSS, A. "On the usage of context for requirements elicitation: End-user involvement in IT ecosystems". In *20th IEEE Int. Req. Eng. Conf. (RE)*, 2012.
- [13] LAPORTI, V., BORGES, M., BARGANHOLO, V. P. "Athena: A collaborative approach to requirements elicitation." *Computers in Industry* 60.6 (2009): 367-380.
- [14] LEMOS, J.; ALVES, C.; DUBOC, L.; RODRIGUES, G. N. "A systematic mapping study on creativity in requirements engineering". In *Proc. of the 27th Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1083-1088). ACM. Mar. 2012.
- [15] NGUYEN, L.; SHANKS, G. "A framework for understanding creativity in requirements engineering". *Information and software technology* 51.3 (2009): 655-662.
- [16] PIMENTEL, J.; LUCENA, M.; CASTRO, J.; SILVA, C.; SANTOS, E.; ALENCAR, F. "Deriving software architectural models from requirements models for adaptive systems: the STREAM-A approach", In: *Requirements Eng* (2012) 17:259-281.
- [17] PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software*. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.
- [18] SANTORO, F.; BORGES, M.; PINO, J. "Acquiring knowledge on business processes from stakeholders' stories." *Advanced Engineering Informatics* 24.2 (2010): 138-148.
- [19] SANTORO, F.; BRÉZILLON, P. "Towards the narrative approach to collect group knowledge and context". *Proc. of the 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications*. 2005.
- [20] SANTOS, E.; PIMENTEL, J.; PEREIRA, T.; OLIVEIRA, K.; CASTRO, J. "Business Process Configuration with NFRs and Context-Awareness". In *Proc. of Req. Eng. @Brazil 2013 (ER@BR)*, RJ, Brazil, 2013.
- [21] SIADAT, S.H., SONG M., "Understanding Requirement Engineering for Context-Aware Service-Based Applications", In: *Journal of Software Engineering and Applications*, 2012, 5, 536-544.
- [22] SOUZA, V.; MYLOPOULOS, J. "Designing an adaptive computer-aided ambulance dispatch system with Zanshin: an experience report". *Software: Practice and Experience* (2013).
- [23] VIEIRA, V., TEDESCO, P., SALGADO, A. C., "Modelos e Processos para o desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto." André de Carvalho, Tomasz Kowaltowski. (Org.). *Jornadas de Atualização em Informática* (2009): 381-431.
- [24] WAN, Kaiyu. "A brief history of context". *Int. Journal of Computer Science Issues*, Vol. 6, nº 2, 2009. ISSN (Online): 1694-0784.
- [25] WANDERLEY, F.; ARAUJO, J. "Generating goal-oriented models from creative requirements using model driven engineering." In *Proc. of the Int. Workshop on Model-Driven Req. Eng. (MoDRE)*, RJ, Brazil, 2013. .
- [26] XU, C.; CHEUNG, S. C.; MA, X.; CAO, C; LU, J. "Adam: Identifying defects in context-aware adaptation". *Journal of Systems and Software*, 85(12). 2012. 2812-2828.