

# Definição de uma Ontologia para a Área de Processo de Engenharia de Requisitos de Software

Luciano César Alves Camilo, Maria Augusta Vieira Nelson

Instituto de Informática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Av. Afonso Vaz de Melo, 1200 - 30640-070, Belo Horizonte, Minas Gerais  
luciano.cesar@gmail.com, guta@pucminas.br

**Abstract.** *This work presents a domain ontology for the field of software requirements engineering. It serves as a basis to customize standard software requirements process instantiating the activities that are relevant to a given phase of a project, avoiding the use of complex methods for simple demands, or the use of methods that are not adequate to the existing needs.*

*The work also presents a case study about the requirements engineering process of a company, demonstrating how the ontology can be used to tailor the company standard software requirements process to specific projects.*

**Keywords:** *Ontology, Requirements Engineering, Software Engineering, Process.*

**Resumo.** *Neste trabalho apresenta-se uma Ontologia de domínio para a área de engenharia de requisitos de software que permita personalizar o processo de engenharia de requisitos padrão em uma empresa instanciando de uma forma organizada apenas as atividades interessantes para determinado momento de um projeto a fim de aumentar sua eficiência, evitando a utilização de métodos robustos para demandas simples ou a utilização de metodologias inadequadas ou que não atendem às necessidades em questão.*

*Apresenta-se também um estudo de caso sobre o processo de engenharia de requisitos em uma empresa, mostrando como a Ontologia pode facilitar a personalização de seu processo padrão para projetos específicos.*

**Palavras-chave:** *Ontologia, Engenharia de Requisitos, Engenharia de Software, Processo.*

## 1. Introdução

Atualmente pode-se observar que as empresas possuem processos padrões de engenharia de requisitos que foram definidos para atender às necessidades particulares de cada empresa na melhoria da qualidade de seus processos (Linscomb, 2003). Todavia, as aplicações ou domínios que exigem a utilização destes processos padrões apresentam, naturalmente, diferenças em cada uma de suas instâncias, ou seja, cada projeto tem suas peculiaridades e por conta disso é necessário encontrar a metodologia que melhor se aplica àquela situação (Firesmith, 2004). Por outro lado, percebe-se que os padrões de desenvolvimento não são utilizados de forma eficiente para cada cenário de uma aplicação, pois a área de processo de engenharia de requisitos ainda é pouco compreendida em sua totalidade, tendo sido negligenciada durante anos por conta de

uma cultura que prezou pela formação de profissionais altamente técnicos. A consequência disso é a aplicação, por exemplo, de uma mesma metodologia para a construção de duas ou mais aplicações que não têm nada a ver entre si. Assim, torna-se fácil prever, em função destas diferenças, que o resultado de pelo menos uma delas não será o melhor possível.

Em função disto, este trabalho propõe a criação de uma Ontologia da área de processo de engenharia de requisitos que, acredita-se, contribuirá de forma significativa para a padronização e instanciação do processo de desenvolvimento de software em toda uma organização e resultará em um ganho considerável em desempenho do cumprimento das demandas desta organização, estejam elas em qualquer ponto de suas especialidades.

A principal motivação para o desenvolvimento deste trabalho é prover uma maior qualidade não só do produto final, como também do processo de desenvolvimento de software e, em específico, da área de engenharia de requisitos.

Segundo Breitmam (2005), uma Ontologia pode ser vista como “*a definição dos termos utilizados na descrição e na representação de uma área do conhecimento*”.

O objetivo geral do trabalho consiste em desenvolver uma Ontologia para a área de processo de engenharia de requisitos de software que permita aos responsáveis pelo mesmo instanciar apenas os tópicos interessantes para determinado projeto a fim de aumentar sua eficiência, evitando a utilização de métodos robustos para demandas simples e/ou a utilização de metodologias inadequadas ou que não atendem às necessidades em questão. Esta ontologia também deverá ser útil para a definição de processos padrões nesta área.

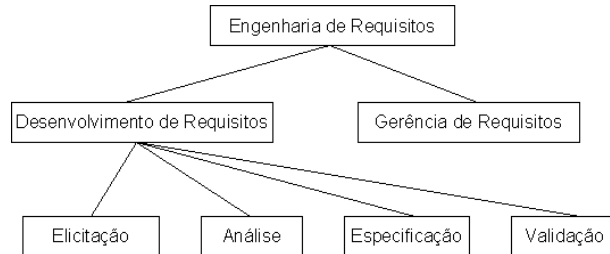
Ontologias têm sido utilizadas de formas diferentes na engenharia de software (Happel and Seedorf, 2006). Dentro da engenharia de requisitos é comum utilizar ontologias como uma forma de documentar e descrever o domínio do problema do cliente em questão (Kaiya and Saeki, 2005). Porém, observa-se que ontologias ainda não foram utilizadas na engenharia de requisitos como forma de documentar esta área de processo. Liao et.al. (2005) apresentam um trabalho relacionado aos objetivos deste estudo, propondo uma Ontologia para diversos modelos de processo de software voltado, em nível conceitual, aos modelos de maturidade Capability Maturity Model (CMM), à norma ISO/IEC 15504, entre outros. Falbo et.al. (2005) demonstram que a utilização de ontologias para organização e definição de áreas de processo é útil, porém não exploram esta utilização com o objetivo de personalizar processos.

## **2. Engenharia de Requisitos**

A Engenharia de Requisitos consiste, segundo Lopes (2002), no estudo dos requisitos necessários à construção de um sistema, assim como sua negociação e validação junto aos envolvidos no processo de desenvolvimento de software. Assim, pode-se observar esta etapa como um elo que fará o relacionamento entre todas as outras fases do processo e que, por esta razão, necessita ter uma rigorosa atenção.

Jackson (1995) define que requisitos tratam de fenômenos do domínio de aplicação e não da máquina. Descrever os requisitos do problema, dessa forma, refere-se a descrever os fenômenos presentes no contexto do problema e suas relações.

Wiegiers (2003) divide a Engenharia de Requisitos em duas vertentes, que consistem em desenvolver, ou seja, levantar, constituir e validar os requisitos que um sistema deverá cumprir e gerenciar estas características, que consiste em assegurar que as mesmas aderem às necessidades do cliente, conforme foram desenvolvidas. A Figura 1 apresenta as diferentes atividades da engenharia de requisitos.

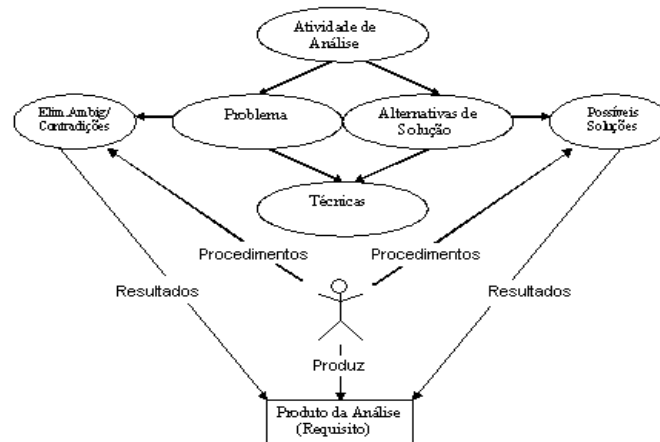


**Figura 1. Atividades da engenharia de requisitos (Wiegiers, 2003).**

Um processo genérico de engenharia de requisitos é definido por Firesmith (2002) mostrando a seguir as unidades de trabalho categorizadas por atividades, tarefas e técnicas:

As atividades, segundo Firesmith (2002), representam o nível mais alto desta unidade de trabalho e consistem numa coleção de uma ou mais tarefas que podem também ser executadas por um ou mais colaboradores, gerando, a partir deste trabalho, um produto ou uma nova tarefa, a ser executada em um próximo passo. Esta tarefa é composta pelos procedimentos realizados por estes colaboradores utilizando determinada técnica, que, por sua vez, responde pelo nível mais baixo deste cenário tendo consigo detalhes de refinamento das tarefas realizadas, em outras palavras, uma metodologia para a realização das mesmas.

Com base nas informações acima, a Figura 2 mostra um exemplo da execução das atividades da fase de análise, bem como as subfases de avaliação do problema e das alternativas de soluções.



**Figura 2. Atividade de análise do problema e das alternativas de solução (Firesmith, 2002).**

### 3. Metodologia

A Figura 3 ilustra os passos gerais de como foi executado o trabalho. Primeiro definiu-se a ontologia da área de engenharia de requisitos utilizando a ferramenta Protégé 3.2.1. (Stanford University, 2006). Em seguida aplicou-se a ontologia definida em um estudo de caso em uma empresa, seguindo os passos:

1. investigação e descrição textual do processo de engenharia de requisitos da empresa escolhida,
2. descrição do processo investigado utilizando a ontologia como base,
3. personalização do processo padrão para projetos específicos

Ao final fez-se uma avaliação da ontologia proposta e da sua utilização para a instanciação de processos para projetos específicos.

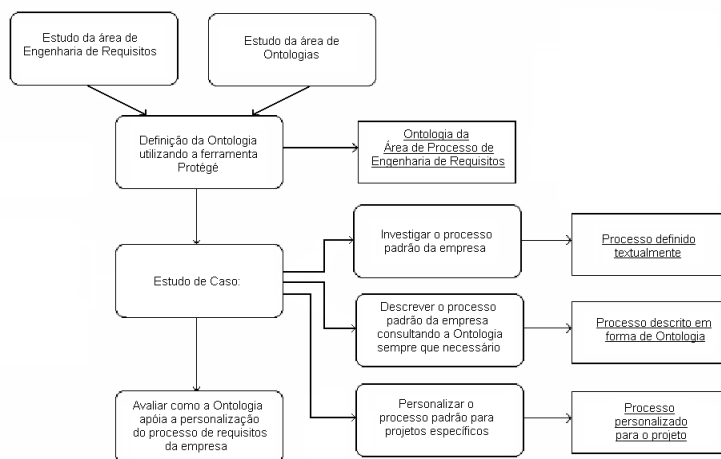


Figura 3. Ilustração da metodologia utilizada para a realização do trabalho.

### 4. Ontologia de Engenharia de Requisitos

Para realizar este trabalho optou-se por utilizar a ferramenta Protégé 3.2.1, ferramenta livre e própria para a definição de ontologias da Stanford University (2006), aplicáveis a qualquer tipo de processo, seja de software ou não.

A Figura 4 apresenta um esquema que representa a estrutura da Ontologia definida através desta ferramenta e voltada para o processo de Engenharia de Requisitos de Software.

Nesta estrutura definidos, em primeiro nível, as áreas macro a serem cobertas por um processo de requisitos, como a área da Engenharia de Requisitos, que se subdivide, segundo Wieggers (2003), em desenvolvimento e gerência, tendo a primeira recebido o foco deste trabalho.

Em seguida, definidos os tipos de atividades da Engenharia de Requisitos, tendo as atividades de Elicitação, Análise, Especificação e Validação, relacionadas à subárea de Desenvolvimento de Requisitos e os Controles de Mudanças, Versões, Status, bem como Gestão de Risco e Rastreabilidade que se relacionam com a subárea de gerência de requisitos.

Definidos os tipos de atividades da Ontologia, apresenta-se as técnicas propriamente ditas. A pré-definição das técnicas ajuda no planejamento e na visão de complexidade do empreendimento que se está iniciando com a utilização desta Ontologia.

Os procedimentos são as descrições do emprego das técnicas e representam a flexibilidade de se aplicar determinada técnica seguindo o procedimento *a* ou *b*, o que permite aos responsáveis adaptar aquele que melhor se adequa de acordo com o momento em que se encontram.

O grupo que define as ferramentas tem o objetivo de demonstrar os níveis de insumos que se tem disponível, e facilitar a divisão de tarefas levando em conta a especialidade dos envolvidos. Todos os envolvidos são classificados de acordo com sua função na classe responsável, que auxilia a delegação de funções e distribuição de responsabilidades, além de estabelecer níveis que se assemelham à hierarquia em uma organização dentro de um projeto.

Os produtos são os artefatos produzidos na realização destas atividades e podem ser definidos quando já se tem os itens anteriores definidos. Além dos requisitos, que podem ser funcionais, não funcionais, de dados, de interface ou restrições, os diagramas também são tratados como os produtos gerados pelas relações realizadas. Podem-se gerar apenas os diagramas ou inseri-los em modelos mais completos. Por fim, parte de grande importância, os documentos que são gerados por toda a relação entre os insumos e as responsabilidades definidas no momento de se construir um sistema.

Finalmente são definidas as linguagens utilizadas no processo de Engenharia de Requisitos do projeto, que podem ser a linguagem natural ou de modelagem, de acordo com o que melhor convier às informações que serão representadas pela mesma (Firesmith, 2002).

Esta Ontologia, construída com base na literatura mostrada acima, trata-se de uma demonstração genérica para a área de engenharia de requisitos e, portanto, qualquer empresa pode utilizá-la para descrever seu processo padrão de engenharia de requisitos. Este processo, específico a cada organização, pode ser descrito através das notações genéricas da Ontologia possibilitando sua personalização para diversos tipos de projeto.

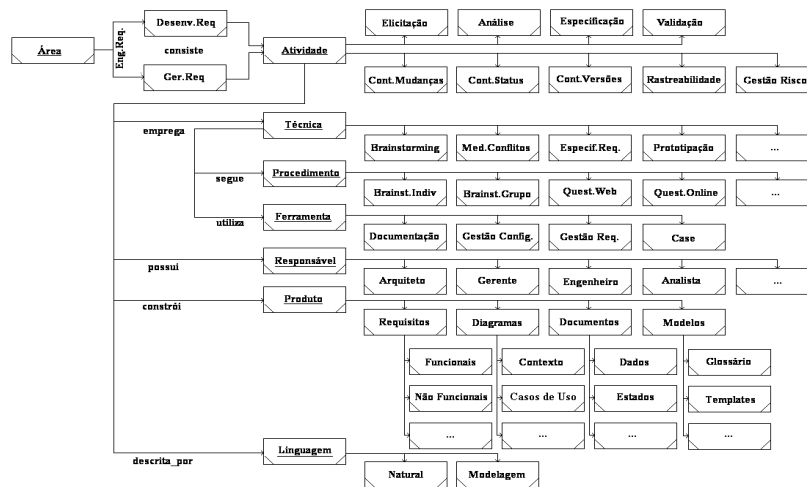
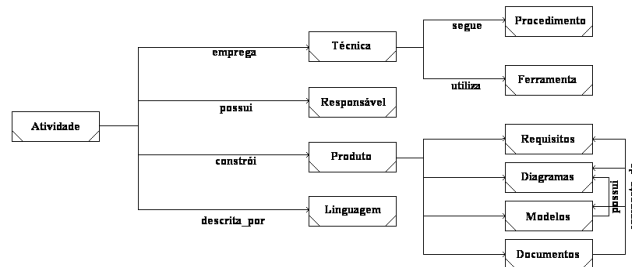


Figura 4. Esquema geral da Ontologia proposta.

A Figura 4 apresenta o esquema geral da Ontologia com suas classes e subclasses. A Figura 5 dá ênfase às relações entre as classes.



**Figura 5. Distribuição das relações entre as classes da Ontologia.**

## 5. Estudo de caso

Foram utilizados para o estudo de caso, projetos que estão em real andamento em uma empresa de telecomunicações e que abrangem sistemas em plataforma mainframe responsáveis por todo o sistema de cobrança, atendimento, tarifação e faturamento das chamadas de telefonia fixa dos clientes atendidos por ela. Esta empresa será chamada de empresa A.

O desenvolvimento destes projetos é realizado por uma empresa fortemente conceituada no setor de desenvolvimento de hardware e que, atualmente, expande amplamente seu leque para o setor de serviços de software (Application Services). Esta empresa será chamada de empresa B. As filiais de ambas as empresas utilizadas como objeto deste estudo se encontram na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

O processo de desenvolvimento de software que acontece atualmente abrange desde a necessidade do usuário da empresa A até a implantação do projeto pela empresa B. Este processo foi levantado por profissional da empresa B também responsável pela realização deste trabalho, através de entrevistas com profissionais envolvidos no mesmo projeto utilizado neste estudo.

A Figura 6 mostra um esquema que representa o processo utilizado na empresa estudada, agora de acordo com a Ontologia proposta, onde é possível observar as instâncias para a atividade de elicitação da engenharia de requisitos, suas relações e a possibilidade de personalizá-las.

As atividades de Elicitação são as que possuem o maior número de técnicas, segundo foi levantado no processo de engenharia de requisitos da empresa estudada, uma vez que desenvolve sistemas complexos e este ponto é essencial para que todas as variáveis relacionadas ao escopo do sistema sejam contempladas de forma correta.

Explicitado o processo atual para a atividade de elicitação, agora será demonstrada a aplicação da personalização da Ontologia para o processo das empresas A e B, utilizando como insumo para isto dois projetos que se encontram em real andamento, aqui caracterizados segundo os principais pontos relevantes em função das atividades relacionadas a este trabalho.

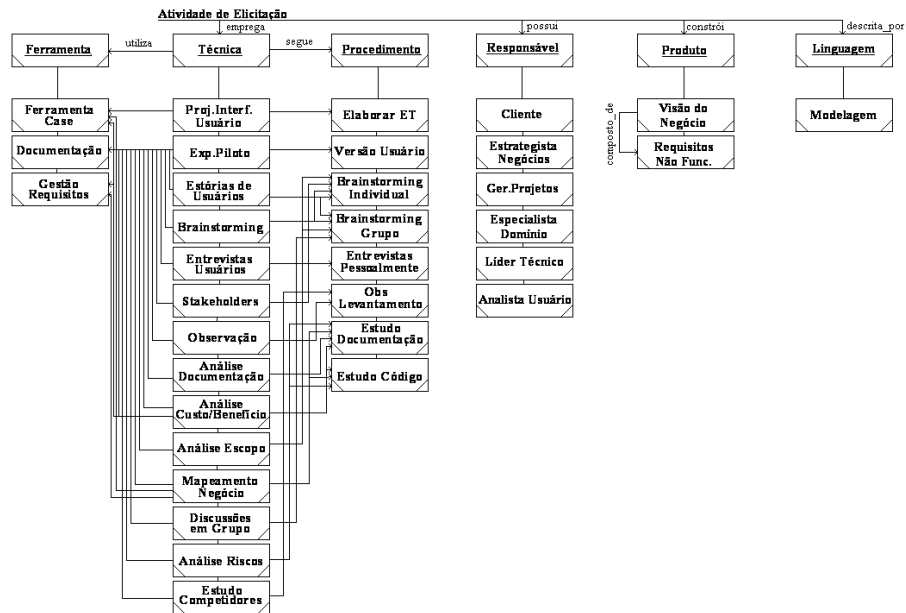


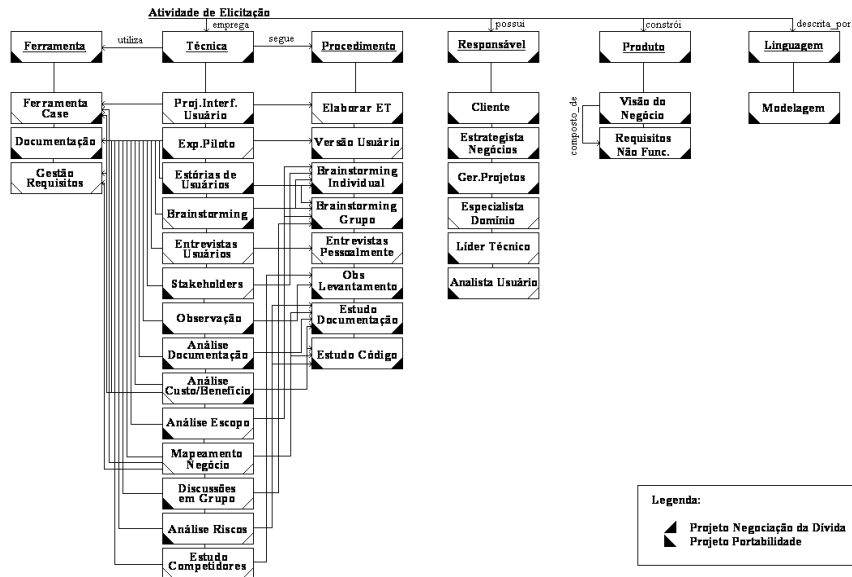
Figura 6. Exemplo de atividade de Elicitação na empresa estudada.

O primeiro projeto descrito aqui, denominado *Negociação da Dívida*, contempla a negociação realizada entre a empresa A e seus clientes, que se encontram em débito com a mesma em relação às suas dívidas nas contas de telefonia fixa. Pretende-se substituir o atual módulo de parcelamento, cujo escopo limita-se a financiar a dívida dos clientes em parcelas, para um novo conceito de negociação, onde os clientes são enquadrados em diferentes perfis pré-definidos e estes perfis estão associados a regras de negociação e ao nível do operador que realiza o atendimento, no sentido de conceder opções de desconto, financiamento e produtos que atendam às necessidades do inadimplente, garantindo o pagamento de suas dívidas e mantendo uma saudável relação com a empresa. Este módulo é desenvolvido sobre alta plataforma utilizando Banco de Dados ADABAS e linguagens de programação Natural 3.2 e COBOL II. Devido a problemas internos seu tempo de duração saltou de seis meses planejados inicialmente para aproximadamente dois anos. Sua equipe sofreu um alto número de trocas, tendo em média três analistas e três desenvolvedores, além do gerente.

O segundo projeto estudado, denominado *Portabilidade*, tem características distintas por se tratar de uma determinação da agência reguladora do governo federal responsável pela fiscalização e acompanhamento das empresas de telecomunicações. Esta determinação permite ao cliente que mude de operadora sem que seu número seja alterado, pois hoje os prefixos de números telefônicos são associados às operadoras e não podem migrar para outra empresa. O escopo deste projeto contempla a parte referente à telefonia fixa da empresa A.

Assim, este projeto que teve início no primeiro semestre de 2008 e tem previsão de implantação para agosto do mesmo ano tem como responsáveis gerentes de projeto e analistas da empresa B, gerentes de TI e usuários seniores da empresa A e responsáveis técnicos da agência reguladora que tem a função de fornecer informações necessárias para o cumprimento da determinação do governo. Outra característica deste projeto é a

existência de um forte movimento para garantir o andamento das atividades, por tratar-se de uma missão crítica, tanto em complexidade, quanto em prazos, pois os mesmos devem ser respeitados. Cerca de 40 profissionais estão envolvidos neste desenvolvimento que utiliza, sobre alta plataforma, Banco de Dados ADABAS e linguagens de programação Natural 3.2 e COBOL II.



**Figura 7. Exemplo de atividade de Elicitação nos projetos estudados.**

A Figura 7 representa a atividade de Elicitação dos projetos utilizados para estudo deste trabalho. É possível observar as duas personalizações desta atividade partindo do processo padrão de engenharia de requisitos da empresa. Como o processo padrão foi documentado com base na Ontologia, fica claro o que está sendo utilizado em cada personalização dentro da estrutura da Ontologia. Outras formas de definição de processos como as formas textuais ou baseadas em *workflows* não permitem a visualização das classes macro e suas relações na personalização de processos. É possível também observar as diferenças que se refletem na personalização devido à diferença entre os projetos, tanto em complexidade e tamanho. Aqui se observa que o projeto Portabilidade emprega um número maior de técnicas, uma vez que há mais envolvidos, mais por conta de sua criticidade de prazo. A Ontologia apresenta a definição de toda a terminologia da área e isso dá suporte à tarefa de personalização do processo para projetos específicos. O suporte da Ontologia a esta área de processo faz com que as atividades de elicitação e de engenharia de requisitos como um todo tomem um escopo bem definido nas personalizações.

O estudo de caso envolveu todas as atividades descritas na ontologia mas neste trabalho apresentou-se apenas a atividade de elicitação por motivos de espaço.

## 6. Análise dos Resultados

Os resultados obtidos com o estudo do processo padrão utilizado na empresa estudada em relação ao seu cliente dão conta de que é perfeitamente possível tratar problemas como criticidade e complexidade de um projeto, tendo bem definido um processo



padrão, pois todas as variáveis que podem fazer parte destes projetos já estarão de alguma forma relacionadas pela Ontologia do processo padrão de engenharia de requisitos da organização. Esta observação também demonstra que quanto maior a cobertura da Ontologia e as diferenças entre os projetos instanciados pela mesma, mais nítida é a diferença entre eles e as semelhanças entre todos como parte de um processo padrão de engenharia de requisitos.

### **6.1 Limitações da Ontologia**

A Ontologia proposta traz a facilidade da personalização do processo padrão em determinada empresa visando a organização deste processo e garantindo a adaptabilidade para o indivíduo que realiza o primeiro contato com a área. Uma limitação da Ontologia como forma de documentação do processo é o fato de não existir ordem ou seqüência da realização das atividades, pois a Ontologia não mostra aspectos temporais. Além disso, a ontologia não compreende os critérios que devem ser considerados para a personalização dos processos, uma vez que isso não faz parte da área de engenharia de requisitos em si, mas sim dos modelos de maturidade.

## **7. Conclusões**

O processo de Engenharia de Requisitos pode ser bem utilizado e prover soluções bastante robustas caso se tenha uma Ontologia bem definida, pois se trata de um processo que define tudo aquilo que será contemplado nas fases posteriores do projeto, porém não recebe a devida atenção.

Assim, as conclusões apresentadas aqui observam que a definição desta Ontologia dá o exemplo de que imprimindo esforços em determinado trabalho para construir uma definição que cubra todas as nuances de uma área, economizar-se-á grande esforço no futuro, para corrigir defeitos que não podem ser observados em um produto quando o mesmo se encontra em sua fase de construção, pois se imagina que foram cumpridos os requisitos que, na verdade, não foram definidos de forma a resolver todas as necessidades daquela demanda.

A Ontologia definida é uma base adequada para a descrição de processos padrões de engenharia de requisitos nas empresas. Os benefícios da aplicação desta ontologia na personalização de processos para projetos específicos são a clareza da instanciação e da comunicação do processo devido à definição terminológica da área bem como todas as relações entre os elementos da área. Além disso, os benefícios nos projetos observados neste estudo giram em torno da garantia de qualidade do produto final e de sua aderência aos requisitos levantados, assim, como um menor índice de retrabalho causado por de falhas na comunicação ou não observação a todos os detalhes antes do início da construção de código. Está sendo observado o surgimento de um movimento na empresa B, responsável pelo desenvolvimento dos projetos, no sentido de garantir esta qualidade antes que o cliente receba o resultado final, de modo a maximizar sua visão em relação à robustez das soluções desenvolvidas e o aprimoramento no entendimento da realidade do ambiente deste cliente.

### **7.1. Trabalhos Futuros**

Espera-se realizar em trabalhos futuros o desenvolvimento da Ontologia no sentido de aumentar sua cobertura e sua contribuição para o processo de engenharia de requisitos e

para o processo de desenvolvimento de software, além de aplicá-la a outras personalizações de processos padrões e estudar seu efeito na qualidade final dos produtos.

### **Referências:**

- Breitman, K. K. (2005) “Web Semântica, a Internet do futuro”. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2005.
- Firesmith, D. (2002) “Requirements Engineering”. Journal of Object Technology, vol. 3 n° 4, Setembro/Outubro 2002. Disponível em: <[http://www.jot.fm/issues/issue\\_2002\\_09/column7](http://www.jot.fm/issues/issue_2002_09/column7)>
- Firesmith, D. (2004) “Creating a Project-Specific Requirements Engineering Process”. Journal of Object Technology, vol. 3 n° 5, Maio/Junho 2004. Disponível em: <[http://www.jot.fm/issues/issue\\_2004\\_05/column4](http://www.jot.fm/issues/issue_2004_05/column4)>
- Jackson, M. (1995) “Software Requirements and Specifications: A Lexicon of Practice, Principles, and Prejudices”. ACM Press.
- Falbo, R.A., Ruy, F.B., Moro, R.D. (2005) Using Ontologies to Add Semantics to a Software Engineering Environment, 17th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE'2005, p. 151 - 156, Taipei, China, July 2005
- Happel, H.-J.; Seedorf, S. (2006) Applications of Ontologies in Software Engineering. In: Proc. of Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering" (SWESE) on the ISWC 2006, Athens, Georgia, November 5-9, 2006.
- Kaiya, H. and Saeki, M., (2005) Ontology Based Requirements Analysis: Lightweight Semantic Processing Approach. In *Proceedings of the Fifth international Conference on Quality Software* (September 19 - 20, 2005). QSIC. IEEE Computer Society, Washington, DC, 223-230.
- Liao, L., Qu, Y. and Leung, H. K. N. (2005) “A Software Process Ontology and Its Application”. National Institute of Standards and Technology. Manufacturing Engineering Laboratory, Novembro. Disponível em: <[www.mel.nist.gov/msid/conferences/SWESE/repository/4proc\\_ont.pdf](http://www.mel.nist.gov/msid/conferences/SWESE/repository/4proc_ont.pdf)>
- Linscomb, D. (2003) “Requirements Engineering Maturity in the CMM”, Crosstalk, The Journal of Defense Software Engineering, December, Disponível em: <<http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/2003/12/0312linscomb.html>>
- Lopes, P. S. N. D. (2002) “Uma Taxonomia de Pesquisa na Área de Engenharia de Requisitos”. Dissertação de Mestrado. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Stanford University (2006) “Protégé 3.2.1 (Build 365)”. Copyright © 1998-2006, Stanford University. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/>>
- Wieggers, Karl. (2003) “Software Requirements. Second Edition”. Microsoft Press.