



DESENVOLVENDO SISTEMAS MULTI-AGENTES  
UTILIZANDO TROPOS E JADEx

---

PROPOSTA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

**Aluno:** Bárbara Siqueira Santos (bss@cin.ufpe.br)

**Orientador:** Jaelson Freire Brelaz de Castro (jbc@cin.ufpe.br)

11 de Maio de 2005

# 1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a Engenharia de Software (ES) para novos domínios de aplicações, tais como gerenciamento de conhecimento, computação *peer-to-peer* ou serviços para Internet, lida com a construção de sistemas abertos capazes de tratar informações distribuídas, dinâmicas e heterogêneas. A Engenharia de Software Orientada a Agentes está emergindo e tornando-se uma das áreas mais crescentes na academia e na indústria, fundamentalmente por tratar características inerentes a estes tipos de sistemas, tais como: alta interatividade, não-determinismo, distribuição, adaptabilidade, etc.

A maioria destes sistemas de software existe em ambientes organizacionais e operacionais que estão frequentemente mudando, onde novos componentes podem ser adicionados, modificados ou removidos a qualquer momento. Isso geralmente ocorre devido a mudanças nas estruturas organizacionais, modelos de negócio, dinâmicas de mercado, estruturas legais e regulamentares, sentimentos públicos e avanços culturais. Contudo, muitos sistemas falham no suporte às organizações das quais eles são parte integrante. Uma das causas deste problema é a ausência de um entendimento apropriado da organização pelos projetistas do sistema, bem como as mudanças que não conseguem ser acomodadas pelos sistemas de software existentes. Assim, devemos projetar metodologias de ES que sejam adaptáveis a mudanças e foquem no esclarecimento e definição dos relacionamentos entre o sistema que se pretende construir e o mundo.

Neste contexto, a Engenharia de Requisitos (ER) vem sendo conhecida como a fase mais crítica do processo de desenvolvimento de sistemas porque, para construção de um software com qualidade, é preciso que as considerações técnicas estejam em equilíbrio com as sociais e organizacionais desde a modelagem de sistemas [1].

Tropos é uma proposta de metodologia para desenvolvimento de sistemas orientados a agentes, inspirada na análise de requisitos e fundamentada em conceitos sociais e intencionais [2] [3]. As duas características fundamentais da metodologia Tropos são: (i) o uso de conceitos de nível de conhecimento [4], tais como agente, meta, plano e outros, durante todas as fases do desenvolvimento de software; e (ii) o importante papel atribuído à análise de requisitos quando o ambiente e o sistema a ser desenvolvido são analisados [2]. A palavra “*tropos*” deriva do grego “*tropé*”, que significa fácil de mudar ou adaptar, portanto Tropos tem como objetivo o desenvolvimento de sistemas estudados de acordo com as reais necessidades de uma organização, buscando um melhor casamento entre o sistema e o ambiente, e permitindo uma melhor estruturação de sistemas adaptáveis. Sua abordagem utiliza os modelos e conceitos oferecidos pelo *framework* *i\** [5].

O *i\** [5] é um *framework* de modelagem organizacional que possui uma estrutura conceitual rica, capaz de reconhecer motivações, intenções e raciocínios sobre as

características de um processo, o que facilita os esforços da ER. Este *framework* é formado por dois modelos: o modelo de Dependência Estratégica (SD) e o modelo de Razão Estratégica (SR). O modelo SD fornece uma descrição intencional do processo em termos de uma rede de relacionamentos de dependência entre atores relevantes. O modelo SR, por sua vez, apresenta uma descrição estratégica do processo, em termos de elementos do processo e das razões que estão por detrás deles, ou seja, fornece uma análise meios-fins de como as metas podem ser cumpridas através das contribuições dos demais atores. Tanto o modelo SD quanto o modelo SR do *i\** são usados por Tropos para capturar as intenções dos *stakeholders*, as responsabilidades do novo sistema em relação a estes *stakeholders*, a arquitetura do novo sistema e os detalhes de seu projeto.

Tropos, embora ainda em constante evolução, oferece um *framework* que engloba as principais fases de desenvolvimento de software, com o apoio das seguintes atividades: Requisitos Iniciais, Requisitos Finais, Projeto Arquitetural e Projeto Detalhado. Recentemente o escopo de Tropos foi estendido passando a incluir técnicas para geração de uma implementação a partir dos artefatos gerados na fase de Projeto Detalhado. Esta fase complementa propostas para plataformas de programação orientada a agentes. Tropos visa, entre outros objetivos, a definição de arquiteturas de software mais flexíveis, robustas e abertas. Além disso, estão sendo realizados esforços para tornar a metodologia mais compatível com o paradigma de programação orientada a agentes, bem como para dar um melhor suporte a áreas de aplicação baseadas na *Web*, tais como telecomunicações e comércio eletrônico.

Existe um grande número de ferramentas e plataformas de implementação de SMA que dão suporte a atividades ou fases do processo de desenvolvimento de software orientado a agentes. Algumas delas dão suporte a implementação, enquanto que outras também auxiliam a análise, o projeto e as atividades de teste e depuração [6]. A maioria delas permite integração com a linguagem de programação Java. Dentre as ferramentas e plataformas de desenvolvimento orientado a agentes mais freqüentemente listadas na literatura e que estão de acordo com as especificações da FIPA [7], podem ser citadas: ZEUS [8], JADE [9], JADEX [10], LEAP [11], FIPA-OS [12] e Grasshopper [13].

Este trabalho se propõe a investigar a questão do desenvolvimento de sistemas para o paradigma de orientação a agentes. Em particular, estaremos preocupados em estudar o desenvolvimento de sistemas multi-agentes utilizando a proposta Tropos e a implementação destes sistemas na plataforma de desenvolvimento orientado a agentes JADEX, que é uma extensão da plataforma JADE. Um problema do mundo real será utilizado como base para o estudo de caso deste trabalho.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Primeiramente, temos como objetivo usufruir as facilidades oferecidas pela engenharia de software ao realizarmos a construção de um sistema usando uma metodologia de

desenvolvimento. Em particular, vamos usar o recente paradigma de agentes, uma metodologia orientada a agentes e por fim uma plataforma de implementação específica para codificar os agentes que compõem o sistema.

Durante a realização deste trabalho, esperamos obter conhecimento das áreas de Sistemas Multi-Agentes e Engenharia de Software no que diz respeito ao uso do paradigma de agentes para construir software.

## ***2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

Os principais objetivos deste trabalho são:

- 1) Investigar o paradigma de Engenharia de Software Orientada a Agentes e a proposta da metodologia Tropos;
- 2) Investigar o uso de ferramentas e linguagens de modelagem apropriadas ao desenvolvimento de sistemas multi-agentes.
- 3) Investigar as plataformas de desenvolvimento de agentes JADE e JADEX;
- 4) Identificar as vantagens e deficiências encontradas nas plataformas de desenvolvimento orientado a agentes estudadas;
- 5) Desenvolver um estudo de caso modelado com Tropos e implementado em JADEX.
- 6) Redação e Revisão do Relatório.

### 3. CRONOGRAMA

O cronograma abaixo especifica as datas para as atividades chave:

Atividade	Mês																	
	Abr			Mai			Jun			Jul			Ago					
Estudo do paradigma de Engenharia de Software Orientada a Agentes e a proposta da metodologia Tropos.																		
Estudo da plataforma de desenvolvimento de agentes JADE																		
Levantamento de Bibliografia (Artigos, Livros, Sites, Periódicos) .																		
Estudo das ferramentas e linguagens de modelagem apropriadas ao desenvolvimento de sistemas multi-agentes																		
Estudo da plataforma de desenvolvimento de agentes JADEx																		
Estudo de materiais bibliográficos coletados.																		
Desenvolvimento do estudo de caso																		
Escrita do relatório Final																		
Elaboração da Apresentação Oral																		

## 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bresciani, P., Giorgini, P., Giunchiglia, F., Mylopoulos, J., Perini, A.: Tropos: An Agent -Oriented Software Development Methodology. In *Autonomous Agents and Multi –Agent Systems v. 8 (3)*: 203-236, May 2004.
- [2] Castro, J. Kolp, M., Mylopoulos, J.: Towards Requirements-Driven Information Systems Engineering: The Tropos Project. *Information Systems Journal*, 27: 365-89. 2002.
- [3] Giorgini, P., Kolp, M., Mylopoulos, J., Castro, J.: Tropos: A Requirements-Driven Methodology for Agent-Oriented Software. In B. Henderson-Sellers and P. Giorgini (Eds) *Agent-Oriented Methodologies*, Idea Group, (2005).
- [4] Newell, A.: Reflections on the Knowledge Level. *Artificial Intelligence*, 59:31--38, 1993.
- [5] Yu, E.: Modelling Strategic Relationships for Business Process Reengineering, Ph.D. thesis. Dept. of Computer Science, University of Toronto (1995).
- [6] Weiss, G.: Agent Orientation in Software Engineering. *Knowledge Engineering Review*, Vol. 16, n. 4, (2002): 349-373.
- [7] FIPA (The Foundation for intelligent agents), Available: <http://www.fipa.org>, 2004.
- [8] ZEUS, Disponível em: <http://more.btexact.com/projects/agents/zeus/index.htm>, 2003.
- [9] JADE (Java Agent DEvelopment Framework), Disponível em: <http://jade.csel.it/>, 2004.
- [10] JADEx (A Framework to BDI Agent System), Disponível em: <http://vsis-www.informatik.uni-hamburg.de/projects/jadex/>, 2004.
- [11] LEAP (Lightweight Extensible Agent Platform), Disponível em: <http://leap.crm-paris.com/>, 2002.
- [12] A component-based toolkit enabling rapid development of FIPA compliant agents: <http://fipa-os.sourceforge.net/>, 2005.
- [13] Grasshopper, Disponível em: <http://www.grasshopper.de>, 2002.
- [14] Bellifemine, F., Caire, G., Trucco, T. and Rimassa, G. (2005) *Jade Programmer's Guide - JADE 3.3*. <http://sharon.csel.it/projects/jade/>, Last access in March.
- [15] Braubach, L., Pokahr, A. and Lamersdorf, W. (2004) "Jadex: A Short Overview", In: *Main Conference Net.ObjectDays 2004, AgentExpo*.
- [16] J. Castro, M. Kolp and J. Mylopoulos. "A requirements-driven development methodology". In *Proc. of the 13th Int. Conf. on Advanced Information Systems Engineering, CAiSE'01*, pages 108–123, Interlaken, Switzerland, June 2001.
- [17] J. Castro, M. Kolp and J. Mylopoulos. "Towards Requirements-Driven Information Systems Engineering: The Tropos Project". In *Information Systems*, Vol. 27, p.p. 365–389, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 2002.
- [18] L. K. Chung, B. A. Nixon, E. Yu, J. Mylopoulos, "Non-Functional Requirements in Software Engineering". Kluwer Publishing, 2000.

- [19] G. Cysneiros, “Ferramenta para o Suporte do Mapeamento da Modelagem Organizacional em i\* para UML”. Dissertação de Mestrado, Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, 2002.
- [20] M. Kolp, J. Castro and J. Mylopoulos. “A social organization perspective on software architectures”. In Proc. of the 1st Int. Workshop From Software Requirements to Architectures, STRAW’01, pages 5–12, Toronto, Canada, May 2001.
- [21] G. Kotonya and I. Sommerville. “Requirements engineering – Processes and Techniques”. Chichester, John Willy & Sons, 1997.
- [22] J. Odell, H. V. D. Parunak, B. Bauer “Extending UML for Agents”. Proc. of the Agent-Oriented Information Systems Workshop at the 17th National conference on Artificial Intelligence, Gerd Wagner, Yves Lesperance, and Eric Yu eds., Austin, TX, pp. 3-17accepted paper, AOIS Workshop at AAAI 2000.
- [23] Rational Software Corp. et al. “Unified Modelling Languages Semantic, version 1.3”. June 1999. Available at: [www.rational.com/uml/index.jhtml](http://www.rational.com/uml/index.jhtml)
- [24] SILVA, C. T. L. L., PINTO, R. C. C., CASTRO, J. F. B., TEDESCO, P. C. A. R. “Requirements for multi-agent systems”. In WER03 - V Workshop on Requirements Engineering, 2003 (Submetido).
- [25] Wooldridge, M.: Introduction to Multiagent Systems. John Wiley and Sons, New York (2002)
- [26] E. Yu, “Agent-Oriented Modeling: Software Versus the World”. In Agent-Oriented Software Engineering AOSE-2001 Workshop Proceedings, Montreal, Canada - May 29th 2001. LNCS 2222.
- [27] E. Yu, and L. Liu, OME (Organization Modeling Environment), Project Home Page, <http://www.cs.toronto.edu/km/ome>.
- [28] Weiss, G. Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. 2nd Edition. Second Printing Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- [29] Ferramentas para Suporte do Mapeamento da Modelagem i\* para a UML: eXtended GOOD – XGOOD e GOOSE.

Todos abaixo estão de acordo com o conteúdo deste plano de trabalho para a elaboração do Trabalho de Graduação intitulado “Desenvolvendo Sistemas Multi-Agentes utilizando Tropos e JADEX” de autoria da aluna Bárbara Siqueira Santos, sob a orientação do professor Jaelson Freire Brelaz de Castro, conduzido pelo Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco.

Recife, 11 de Maio de 2005.

---

Jaelson Freire Brelaz de Castro (Orientador)

---

Bárbara Siqueira Santos (Proponente)