

# Modelo de Negociação do Ambiente ICS

Sofiane Labidi<sup>1</sup>, Bernardo W. Maia Jr.<sup>1</sup>, Sérgio G. Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Sistemas Inteligentes – Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Av. dos Portugueses, s/n – Bacanga – São Luís – MA – Brasil

labidi@uol.com.br, bernardojr@ma.trfl.gov.br, sgml@terra.com.br

**Abstract.** *This paper describes the negotiation model between intelligent agents in the ICS environment (Intelligent Commerce System). It uses the MESSAGE (Methodology for Engineering Systems of Software Agents) in the analysis and contextualization of the negotiation model in the environment and the aUML (Agent Unified Modeling Language) extensions in the diagrams to represent multiple agents. The model describes the negotiation between Trader agents with the support of a Mediator agent. An innovation of the model is the use of an external repository of negotiation protocols (rules) that the agents can consult when needed (construction or verification of proposals).*

**Resumo.** *Este artigo descreve a modelagem da negociação entre agentes inteligentes no ambiente ICS (Intelligent Commerce System). Usou-se a metodologia MESSAGE (Methodology for Engineering Systems of Software Agents) na análise e contextualização do modelo de negociação dentro do ambiente e as extensões da aUML (Agent Unified Modeling Language) nos diagramas para representar múltiplos agentes. O modelo descreve a negociação entre agentes Negociantes com o suporte de um agente Mediador. Uma inovação do modelo é o uso de um repositório externo de protocolos de negociação (regras), que os agentes podem consultar quando necessário (construção ou verificação de propostas).*

## 1. Introdução

Este artigo apresenta a modelagem do processo de negociação entre agentes Negociantes com a participação de um agente Mediador no ambiente de comércio eletrônico ICS (Intelligent Commerce System), que tem como objetivo desenvolver um Ambiente Inteligente de Negociação de Comércio Eletrônico entre empresas (*business-to-business*). O ICS é baseado na tecnologia de agentes de software inteligentes e possui como característica principal a automação do processo de negociação para proporcionar as empresas condições favoráveis de comercialização através de interações mais sofisticadas, rápidas e eficientes, e assim incrementar ainda mais os lucros deste ramo de negócio [Fonseca, 2003].

Na definição do modelo, foram utilizados os conceitos de análise da metodologia MESSAGE (Methodology for Engineering Systems of Software Agents) para definir os objetivos, papéis e atividades dos agentes durante a negociação e os diagramas do Processo Unificado de desenvolvimento de software, com extensões da

aUML (Agent Unified Modeling Language) nos diagramas de seqüência para representar múltiplos agentes.

A seção 2 descreve brevemente o ambiente do ICS. A seção 3 apresenta o modelo do processo de negociação e a seção 4, os diagramas desta modelagem. A seção 5 apresenta alguns trabalhos relacionados e a seção 6, as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. O Ambiente de Comércio Eletrônico ICS

O sistema ICS (Intelligent Commerce System) [Labidi and Fonseca 2003] [Fonseca 2003] consiste em uma implementação de comércio eletrônico entre empresas que faz uso de agentes inteligentes móveis e estacionários para automatizar a procura por parceiros de negócios [Tomaz 2003] [Almeida 2004], a realização de negociações e o fechamento de contratos [Oliveira 2004] para obter produtos e/ou serviços. Os agentes Negociantes móveis do ICS são responsáveis por representar os usuários deste sistema [Bastos 2003] - empresas que desejam realizar negócios - enquanto os estacionários realizam funções internas que permitem implementar os procedimentos necessários para a realização de negócios, como a busca de parceiros e a mediação das negociações.

Uma de suas características interessantes é a utilização de ontologias com a finalidade de prover representação e compartilhamento de conhecimento entre os agentes em todas as etapas do ciclo de vida.

O ambiente do ICS é considerado aberto, como a Internet, pois deve permitir que os agentes móveis possam entrar e sair dele. O ICS está organizado em uma arquitetura formada por: mercado virtual (marketplace), região, agente matchmaker, agente mediador, agente de contrato, agentes negociadores (vendedores e compradores) e repositórios de dados (ontologias, estereótipos/modelos de usuário, anúncios/propagandas, contratos). Estes componentes são detalhados a seguir:

- **Mercado Virtual (Marketplace):** é o local onde os agentes realizam suas funções. Ele provê um contexto no qual os agentes podem trabalhar, isto é, implementa detalhes sobre protocolos de comunicação, de negociação, ontologias de domínio, identificação de agentes Negociantes em vendedores e compradores, armazenamento de anúncios em repositórios, formação de contratos, entre outros.
- **Região:** é uma abstração de nível mais alto que o mercado virtual. Uma região agrupa mercados virtuais que operam sob uma mesma ontologia de domínio, isto é, atuam na mesma área de negócio. A diferenciação dos mercados virtuais pode ocorrer tanto quanto aos subdomínios da área de negócio quanto às características dos agentes que atuarão no mercado (protocolos de negociação, propagandas, etc.).
- **Repositórios de Dados:** bases de dados semi-estruturadas utilizadas para armazenar as ontologias de domínio, os modelos de usuários, as propagandas dos agentes Negociantes, os protocolos de negociação e os modelos de contratos. Estas bases servem para prover conhecimento compartilhado entre os agentes participantes do sistema.

- **Agente Matchmaker:** responsável por procurar agentes Negociantes afins e juntá-los, formando clusters de agentes que irão depois negociar em um mercado virtual sob a orientação de um agente Mediador.
- **Agente Mediador:** coordena e registra toda a negociação entre os agentes Negociantes, servindo como árbitro dentro do mercado virtual.
- **Agente de Contrato:** gerencia a formação de contratos ao fim de negociações bem sucedidas, armazenando em um repositório de contratos, e depois acompanha a fase de cumprimento dos mesmos.
- **Agentes Negociantes:** representam os usuários do ICS. São agentes com as informações sobre o que comprar ou vender, como negociar e como contratar.

O funcionamento do processo de comércio eletrônico no ambiente ICS acontece seguindo um ciclo de vida conforme modelo proposto por [Jennings et al. 1996] e estendido por [Labidi et al. 2003], com uma fase extra (Modelagem de Usuário), o conceito de feedback e ontologias definidas para cada fase, como mostrado na Figura 1.

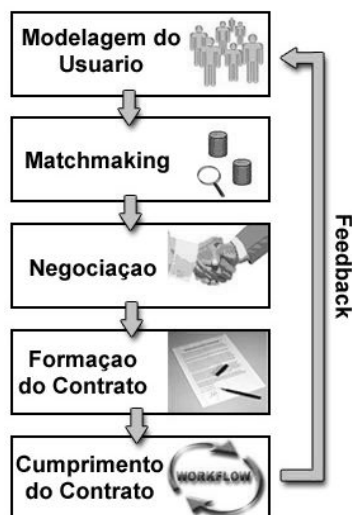


Figura 1. O Ciclo de Vida do ICS

- **Modelagem do Usuário:** Fase em que as informações sobre o usuário e seus objetivos (comprar ou vender produtos ou serviços) são capturadas.
- **Matchmaking:** Fase onde agentes Negociantes com interesses complementares são postos em cluster de parceiros para iniciarem o processo de negociação.
- **Negociação:** Fase em que os agentes Negociantes buscam alcançar acordos dentro de suas necessidades de compra ou venda de serviços ou produtos, supervisionados por um agente mediador.
- **Formação de Contrato:** Nesta fase os termos de uma negociação bem sucedida são explicitamente determinados em um contrato, sobre a supervisão de um agente de contrato.
- **Cumprimento de contrato:** Fase em que o agente de contrato faz o acompanhamento e o gerenciamento das obrigações resultante de um contrato firmado na fase anterior.

### 3. Modelo de Negociação

A negociação é a fase em que os agentes Negociantes tentam estabelecer contratos com outros agentes Negociantes parceiros (compradores com vendedores ou vice-versa) por meio da troca de propostas, com um agente Mediador servindo de intermediário nas comunicações, tanto para controlar as regras do protocolo de negociação como para manter o registro das propostas trocadas, para fins de auditoria.

Uma inovação introduzida por este trabalho é fazer com que os agentes não implementem internamente todo o protocolo de negociação a ser utilizado. Ao invés disso, as regras dos diversos protocolos possíveis ficam armazenadas em um repositório, que pode ser consultado pelos agentes quando necessário [Bartolini, Preist and Jennings 2003]. Isso flexibiliza os ambientes em que os agentes Negociantes podem atuar, e aumenta os processos de negociação que podem ser utilizados e controlados no ambiente ICS. Basta que exista um protocolo que descreva os passos a serem cumpridos para realizar uma negociação para que este possa ser utilizado em uma instância de negociação [Cardoso 1999]. O processo de negociação básico no ICS foi simplificado para os passos descritos a seguir.

O processo de negociação tem como pré-requisitos a criação de um cluster de agentes Negociantes que podem realizar negócios entre si (mesmo domínio e necessidades complementares de compra e venda) e a instanciação de um agente Mediador para gerenciar a negociação nesse cluster. Estas duas atividades são responsabilidades do agente Matchmaker.

O agente Matchmaker é quem executa o *matching* entres os agentes negociantes que representam as empresas. Isto é feito através da consulta do repositório de propagandas e descobrindo oportunidades de negócios dentre aqueles anunciados. Desta forma, os agentes Negociantes que possuem interesses afins são colocados em contato com seus potenciais parceiros de negócios [Tomaz 2003].

Inicialmente o agente Mediador convoca os agentes Negociantes do cluster para um marketplace onde ocorrerá a negociação. Os agentes Negociantes atualizam suas propagandas para indicar que se encontram em processo de negociação (impedindo negociações simultâneas), deslocam-se para o local informado e sinalizam para o agente Mediador que estão prontos para iniciar o processo de negociação.

Após verificar que o cluster está completo ou minimamente funcional, o agente Mediador solicita as propostas de negócio para os agentes Negociantes de acordo com o protocolo estabelecido para esta negociação (em caso de leilão, por exemplo, solicita as propostas dos compradores; em caso de leilão reverso, as propostas devem vir dos vendedores). Estes geram suas propostas de acordo com suas estratégias internas e o protocolo de negociação estabelecido e enviam para o agente Mediador.

O Mediador verifica se as propostas estão de acordo com o protocolo de negociação e as repassa para as contrapartes. O mediador também registra as propostas em um repositório de Log, para fins de auditoria e verificação da possibilidade de continuação da negociação.

O agente que recebe as propostas deve verificar se estas atendem suas necessidades e responder ao mediador se atingiu um acordo, sempre seguindo o protocolo de negociação. Um acordo é atingido se a proposta recebida cumpre as

necessidades e atende aos critérios definidos para o agente Negociante pelo o usuário do sistema.

Ao receber a resposta das propostas, o mediador verifica 3 possibilidades: se um acordo foi atingido; se nenhum acordo foi atingido, mas ainda há espaço para negociação; ou se não há nenhum acordo possível.

No 1º caso, o mediador avisa a contraparte do acordo, instancia um agente de Contrato para que este supervisione a formalização do negócio. No 2º caso, o mediador inicia nova rodada de negociação, solicitando novas propostas dos agentes, e o processo se repete. No 3º caso, o mediador simplesmente dispensa o cluster. O mediador pode chegar a essa conclusão ao receber, em uma rodada de negociação, as mesmas propostas da rodada anterior. Isso porque, em cada rodada de negociação  $r$ , os agentes devem fazer propostas melhores que na rodada de negociação  $r-1$ . Se não há mais nenhuma proposta melhor que a da rodada anterior, isso significa que não há mais negociações possíveis, e o cluster deve ser dispensado.

Em todos os casos, as mensagens de resposta, acordo, solicitação de novas propostas ou dispensa do cluster são todas registradas no repositório de Log.

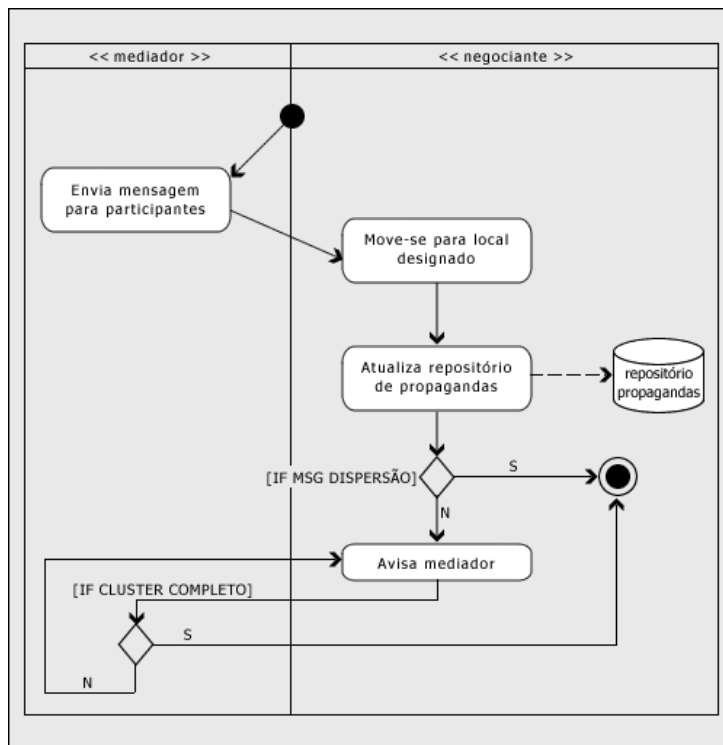
Com o fim do processo de negociação, os agentes Negociantes retornam às suas origens e atualizam suas propagandas, refletindo as mudanças ocorridas na negociação: em caso de acordo, as propagandas são excluídas; caso contrário, os agentes sinalizam que estão prontos para nova negociação.

#### **4. Diagramas do Modelo**

No ambiente ICS já estão definidos os agentes participantes do sistema (negociantes, mediador, matchmaker, etc.) e seus respectivos papéis. Sendo assim, para o desenvolvimento do nosso modelo definimos primeiramente o contexto no qual o processo de negociação ocorre dentro do ICS através da Visão Organizacional e da Visão de Objetivos e Tarefas da metodologia MESSAGE [Caire et al. 2002] [Evans 2001]. Em seguida utilizamos o Processo Unificado [Booch, Rumbaugh and Jacobson 2000] com a notação aUML [Odell, Parasuk and Bauer 2000] para descrever as tarefas e interações dos agentes envolvidos no processo de negociação.

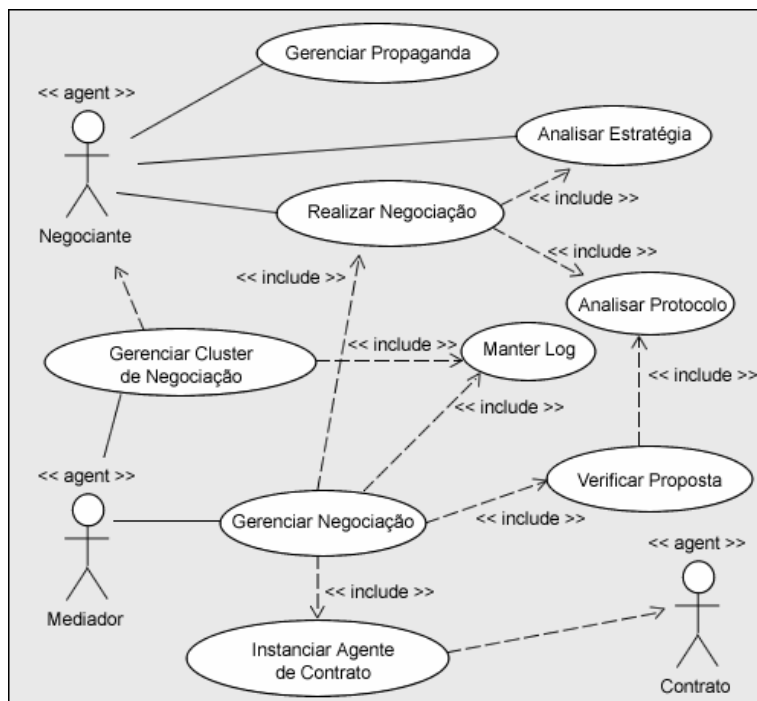
A Visão Organizacional da metodologia MESSAGE deve situar o sistema analisado dentro da estrutura organizacional em que ele será inserido e definir os relacionamentos de familiaridade (acquaintance relationship) que suas entidades possuem. Neste caso, a negociação é parte integrante do sistema ICS, mas não como uma entidade, e sim como uma interação entre um agente mediador e agentes Negociantes, sendo estes representações de usuários externos. Participam ainda o agente Matchmaker e agentes de Contrato. Todos fazem uso de vários repositórios de dados do sistema ICS. Pela metodologia MESSAGE, as entidades que compõem o sistema são representadas pelos seus papéis, mas no caso do ICS as entidades já estão identificadas e definidas como agentes. Temos na Figura 2 o Diagrama Organizacional dos relacionamentos estruturais do Modelo de Negociação.





**Figura 4. Diagrama de Tarefas (Cluster Mantido)**

A partir do Modelo de Negociação apresentado, identificou-se os Casos de Uso demonstrados na Figura 5.



**Figura 5. Diagrama de Casos de Uso do Mediador e Negociante**

A seguir a definição completa do caso de uso Gerenciar Negociação (principal caso de uso do processo de negociação).

## **Gerenciar Negociação**

Atores: Agente Mediador, Agentes Negociantes e Agente de Contrato.

Descrição:

O agente mediador inicia o processo de negociação pedindo as propostas dos agentes Negociantes de acordo com o protocolo de negociação. Eles elaboram suas propostas de acordo com suas respectivas estratégias e enviam para o agente mediador. Este verifica se as propostas seguem o protocolo de negociação, registra-as no log e repassa para os respectivos agentes Negociantes.

Os agentes Negociantes verificam se as propostas satisfazem suas necessidades e respondem de acordo. O agente mediador verifica se um acordo é formado ou se inicia outra rodada de negociações ou se encerra o processo de negociação quando não há mais acordos possíveis.

No caso de um acordo, ele avisa a contraparte do acordo e inicia um agente de Contrato para que ele cuide da formalização do negócio. Para iniciar outra rodada de negociação, envia novos pedidos de propostas. Se detectar que nenhum acordo é possível, avisa os agentes Negociantes do fim das negociações. Em todos os casos, as respectivas mensagens são registradas no log.

Pré-condição:

O cluster de agentes Negociantes deve estar no Marketplace pronto para iniciar o processo de negociação.

Cenário Básico:

- a) O agente mediador solicita aos agentes Negociantes propostas de negociação de acordo com o protocolo de negociação;
- b) O agente Negociante elabora sua proposta de acordo com sua estratégia de negócio interna;
- c) O agente Negociante envia a proposta para o agente mediador;
- d) O agente mediador verifica se as propostas recebidas estão de acordo com o protocolo de negociação;
- e) O agente mediador envia as propostas para o respectivo agente Negociante;
- f) O agente mediador registra as propostas no repositório de log;
- g) O agente Negociante verifica se as propostas recebidas satisfazem suas necessidades;
- h) O agente Negociante envia para o mediador a sua resposta às propostas recebidas;
- i) O agente Mediador registra a resposta do Negociante no repositório de log;
- j) O agente Mediador verifica a resposta para checar se um acordo foi atingido ou se existe negociações possíveis. Neste caso, ele solicita nova rodada de propostas para os agentes Negociantes (Item a);
- k) Se um acordo é atingido, o agente Mediador:



- i. Avisa o respectivo agente Negociante do acordo;
  - ii. O agente Mediador registra o aviso no repositório de log;
  - iii. Instancia um agente de Contrato para formalização do acordo;
- l) O agente Mediador avisa todos os outros agentes Negociantes do fim da negociação;

Pós-condição:

Negociação realizada com sucesso entre dois agentes Negociantes e um agente de Contrato criado. Todos os outros agentes Negociantes dispensados.

Na Figura 6 é demonstrado o caso de uso acima através do Diagrama de Seqüência utilizando-se notação aUML para evidenciar a comunicação entre os diversos agentes participantes do processo.

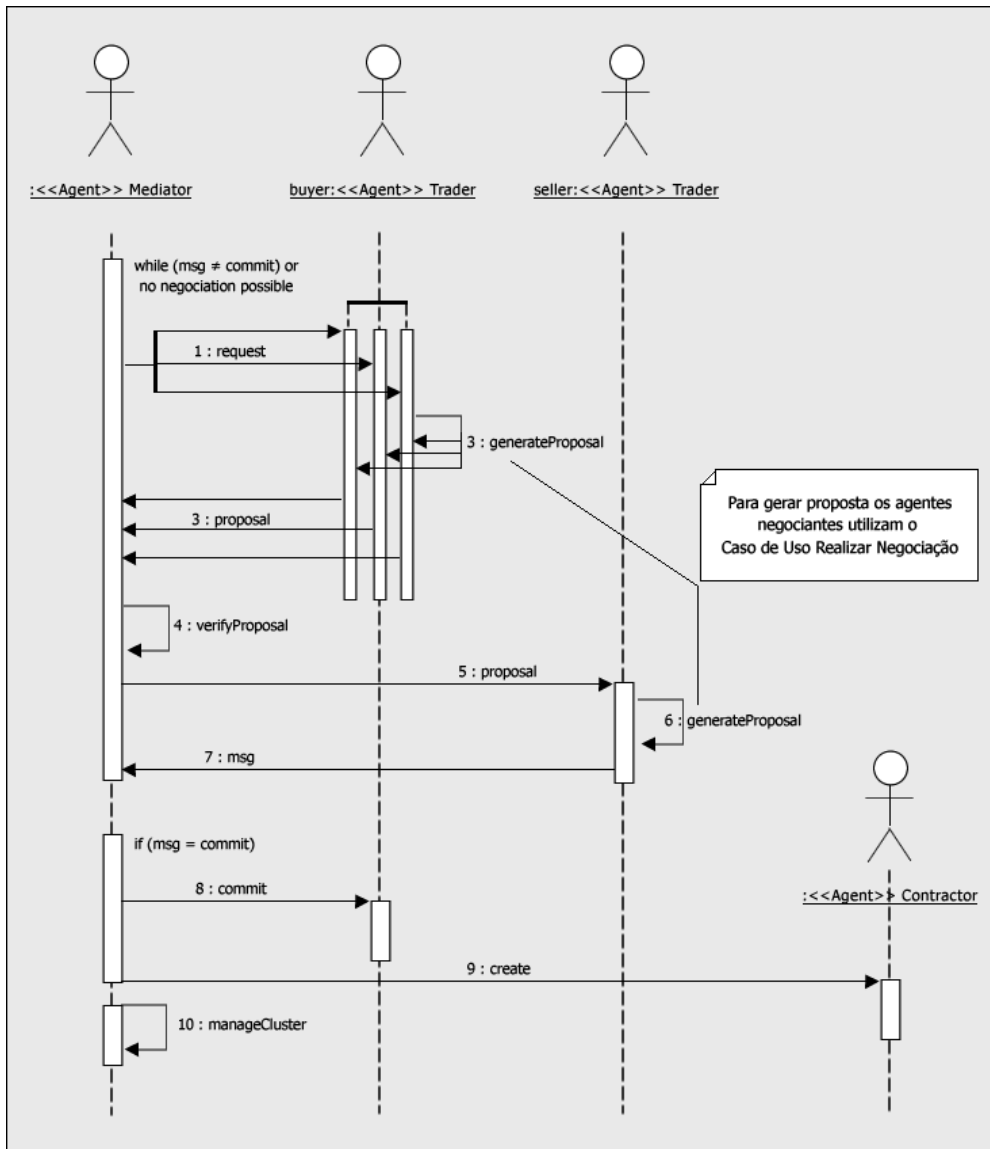


Figura 6. Diagrama de Seqüência (Gerenciar Negociação)

## 5. Trabalhos Relacionados

Vários outros ambientes de comércio eletrônico existem, mas em quase todos o modelo da negociação é voltado para um determinado tipo de negociação, onde os agentes participantes implementam internamente o protocolo específico de cada tipo de negociação. Assim, agentes que negociam em leilões, por exemplo, somente podem participar de leilões, e de nenhum outro tipo de negociação.

O modelo de negociação apresentado neste artigo encontra paralelo no trabalho desenvolvido pela equipe do HP Lab (HP Laboratories) [Bartolini, Preist and Jennings 2003], no sentido de não implementar internamente o protocolo de negociação, mas com diferenças no papel do agente responsável pelo gerenciamento da negociação.

No trabalho do HP Lab, os próprios agentes participantes assumem a tarefa de gerenciar a negociação. Essa tarefa pode inclusive passar de um para outro negociante com a negociação ainda em andamento. O uso de um agente do próprio ambiente ICS, o agente Mediador, libera dessa tarefa os agentes Negociantes, simplificando-os ainda mais. Além disso, a confiabilidade da negociação é maior por usar um agente “isento” para controlá-la.

## 6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o modelo de negociação do Ambiente ICS que é realizada entre os agentes Negociantes com a participação de um agente Mediador.

Utilizou-se conceitos de análise da metodologia MESSAGE, diagramas do Processo Unificado de desenvolvimento de software, com extensões da aUML nos diagramas de seqüência para representar múltiplos agentes.

No intuito de se obter uma maior flexibilidade introduziu-se uma inovação fazendo com que os agentes não implementem internamente todo o protocolo de negociação a ser utilizado. Ao invés disso, os diversos protocolos podem ficar disponíveis em um repositório que pode ser consultado pelos agentes quando for necessário. Deste modo o processo básico de negociação torna-se bastante simplificado e aumenta as possibilidades de uso do sistema.

Para futuros trabalhos pretende-se implementar o modelo descrito utilizando-se repositórios que definem diversos protocolos de negociação e também estendê-lo para incluir vários acordos possíveis em um mesmo cluster de agentes Negociantes.

## Referências

- Almeida, Carlos Roberto B. (2004) “Comércio Eletrônico: Modelos, Aspectos e Contribuições de suas Aplicações.”, Universidade Federal do Maranhão, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Área de concentração: Ciência da Computação. 2004. São Luis, MA. Brasil.
- Bartolini, C., Preist, C. and Jennings, N.R. (2003) “A Software Framework for Automated Negotiation.”, In F. Giunchiglia, J. Odell, G. Weiß (Ed.) Agent-Oriented Software Engineering III, Springer-Verlag LNCS.
- Bastos Filho, Othon de Carvalho. (2003) “Modelagem do Usuário para o Sistema ICS de Comércio Eletrônico”, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do

- Maranhão, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Área de concentração: Ciência da Computação. São Luis, MA. Brasil.
- Booch, G., Rumbaugh, J. and Jacobson, I. (2000), "UML: Guia do Usuário.", Editora Campus, Rio de Janeiro. Brasil.
- Caire, Giovanni et al. (2002). "Agent Oriented Analysis using MESSAGE/UML." In Proc. of the 2nd International Workshop on AgentOriented Software Engineering (AOSE), LNCS 2222. Springer-Verlag, Berlin.
- Cardoso, Henrique Daniel de Avelar Lopes. (1999) "Sistema Multi-Agente de Comércio Eletrônico.", Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia, Universidade do Porto. Porto, Portugal.
- Evans, R. (ed). (2001) "MESSAGE: Methodology for Engineering Systems of Software Agents.", EURESCOM project 907. Ed. EURESCOM.
- Fonseca, Luís Carlos Costa. (2003) "Sistemas Multiagentes para Negociação no Ambiente ICS de Comércio Eletrônico.", Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Área de concentração: Ciência da Computação. São Luis, MA. Brasil.
- Jennings, Nicholas R. et al. (1996), "Using Intelligent Agents to Manage Business Processes.", In First International conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM-96), p.345-360.
- Labidi, Sofiane and Fonseca, Luis Carlos. (2003). "Agent Mediated e-Commerce System.", In IEEE International Conference on Computer System and Applications. Tunis, Tunisia.
- Labidi, Sofiane et al. (2003) "Intelligent B2B Commerce System.", In Innovatex/Formatex.(Org.). Techno-Legal Aspects of Information Society and New Economy: An Overview. Badajoz, V. I.
- Odell, J., Paranuk, H.v.D. and Bauer, B. (2000) "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, AOIS Workshop at AAAI 2000, p.3-17.
- Oliveira, Nathália R. S. (2004) "Formação e Cumprimento de Contratos Eletrônicos no Sistema de Comércio Eletrônico - ICS.", Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Área de concentração: Ciência da Computação. São Luis, MA. Brasil.
- Tomaz, Ricardo F. (2003) "Uma Arquitetura Baseada em Web Services Semânticos Para Agrupamento dos Agentes Negociantes no Ambiente ICS de Comércio Eletrônico.", Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Área de concentração: Ciência da Computação. São Luis, MA. Brasil.