

Um ambiente interativo multiagente para licitação pública

Anderson Luiz Fernandes Perez, Eliane Pozzebon, Guilherme Bittencourt

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Departamento de Automação e Sistemas
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Campus Universitário – Trindade - 88040-900 – Florianópolis – SC

{anderson,eliane,gb}@das.ufsc.br

Resumo: *Este artigo tem como objetivo apresentar um ambiente interativo para licitações públicas, baseado em tecnologia de agentes inteligentes. Licitação é um procedimento administrativo destinado a selecionar, entre outras, a proposta mais vantajosa para a administração pública. As entidades presentes num processo de licitação são representadas neste trabalho por agentes, que atuam de forma transparente e autônoma. Com a utilização de agentes inteligentes torna-se possível refletir melhor o que acontece em casos reais de licitação e atender seus requisitos.*

Palavras Chaves: *sistema multiagente; licitação pública; inteligência artificial distribuída.*

Abstract. *This paper has as objective presents an interactive environment for public licitation, based on intelligent agents technology. Licitation is an administrative procedure destined to select, among other, the most advantageous proposal for the public administration. The present entities in an licitation process are represented in this work by agents, that act in a transparent and autonomous. With the intelligent agents use is possible to contemplate better than it happens in real cases of lcitation and to attend your requirements.*

Keywords: *multiagent system; public licitation; distributed artificial intelligence*

1. Introdução

Licitação é um procedimento administrativo destinado a selecionar, entre outras a proposta mais vantajosa para a Administração Pública. Todos os órgãos da Administração Pública, das esferas federal, estadual, e municipal e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, quando contratarem os serviços de terceiros, obras, serviços, compras, alienações, permissões e locações; deverão obrigatoriamente, se submeter ao procedimento administrativo prévio de licitação. Infelizmente pela precária estrutura material e pessoal de que dispõem, o Poder Público é quase sempre lesado nas compras dos bens e serviços que necessita para o exercício de suas atividades administrativas (FIGUEREDO, 2002).

Para que o processo de licitação atenda seus requisitos tanto jurídicos quanto materiais, faz-se necessário a utilização de um sistema capaz de auxiliar a comissão permanente de licitação à tomada de decisões com o objetivo de julgar e escolher a melhor proposta a fim de atender o objetivo da licitação.

Este artigo descreve o desenvolvimento de um ambiente interativo multiagente para auxiliar os servidores públicos que necessitam adquirir no mercado (local, estadual, nacional e internacional) bens ou serviços de terceiros. Para isso é necessário que o sistema atenda os princípios jurídicos do processo de licitação. Os sistemas multiagente formam uma área de pesquisa dentro da Inteligência Artificial Distribuída, que se preocupa com todos os aspectos relativos à computação distribuída em sistemas de inteligência artificial.

2. Processo de Compra em Entidades Públicas

Uma compra pode ser definida como a aquisição de produtos, bens ou serviços que são entregues pelo fornecedor ao comprador mediante uma compensação financeira equivalente. Porém comprar não se constitui de um ato isolado, o ato de comprar é na verdade composto por uma série de procedimentos ordenados e que visam satisfazer as necessidades do comprador. A união destes procedimentos é chamada de processo de compra.

As empresas e administrações públicas possuem seus processos de compra regulamentados pela Lei no 8.666/93, também chamada de Lei de Licitações. Esta lei estabelece as situações em que as compras realizadas por entidades governamentais são ou não realizadas através de processos licitatório. Em sua redação a lei 8.666/93 estabelece, dentre outras normas gerais, cinco possíveis modalidades de licitação: Concorrência, Tomada de Preços, Carta Convite, Concurso e Leilão. Em 2000 foi instituída pela Medida Provisória 2.026/00 a sexta modalidade de licitação denominada Pregão que atualmente é regida pela lei no 10.520/02 (FIGUEIREDO, 2002).

Os princípios jurídicos citados na redação do artigo 3º da Lei das Licitações possuem grande importância no cenário das compras públicas. A observância deles que confere aos processos de compras públicas a transparência e legalidade aos olhos da lei e da opinião pública. Esses princípios são: isonomia; legalidade; moralidade; igualdade; impessoalidade; publicidade; economicidade; probidade administrativa; vinculação ao instrumento convocatório; julgamento objetivo (CASTRO, 1994).

2.1 Tipos de Licitação

As licitações são julgadas com base nos critérios definidos no instrumento convocatório. Um destes critérios é referente ao tipo em que foi enquadrada a licitação. Segundo o §1º do artigo 45, os tipos de licitação são (FIGUEIREDO, 2002):

- De menor preço: é considerado vencedor o licitante que ofertou, pelo menor preço, o objeto descrito no edital;
- De melhor técnica: leva em consideração a capacidade técnica do licitante, sendo vencedor o considerado tecnicamente melhor;
- De técnica e preço: considera a capacidade técnica do licitante e também o preço que ele ofertou;
- De maior lance ou oferta: utilizado em casos de alienação de bens ou concessão de direito real de uso, sendo considerado vencedor aquele que fizer a oferta de maior valor.

2.2 Modalidades de Licitação

As modalidades de licitação estão consignadas no artigo 22 do estatuto federativo de licitações. As modalidades existentes são: concorrência, tomada de preços, concurso, leilão, pregão e convite (CASTRO, 1994).

Neste artigo foi utilizado a modalidade convite, nesta modalidade a administração pública escolhe um mínimo de 3 fornecedores e envia -lhes uma Carta Convite, a qual faz papel de instrumento convocatório, convidando -os a enviarem suas propostas comerciais. A carta convite enviada para os fornecedores previamente selecionados, deve ser publicada a fim de permitir que outros interessados também participem da disputa.

2.3 Fases do Procedimento Licitatório

De maneira genérica, as fases que compõe uma licitação são equivalentes para todas as modalidades, exceto para a modalidade pregão que não será descrita neste trabalho.

- Preparação: fase onde se tem início o processo de licitação a partir de abertura de processo administrativo e elaboração do instrumento convocatório. A publicidade da licitação também é feita nesta fase através da publicação do instrumento convocatório nos meios de comunicação devidos.
- Habilitação: Nesta fase os interessados em participar da licitação entregam, em envelopes lacrados e separados, a documentação exigida no instrumento convocatório e a sua proposta comercial. Somente é entregue o envelope contendo os documentos para habilitação quando o fornecedor não possuir cadastro prévio.
- Julgamento: nesta fase são abertos os envelopes contendo as propostas dos licitantes considerados habilitados. A conformidade de cada proposta é verificada com os requisitos do instrumento convocatório e então julgada e classificada de acordo com os critérios de avaliação também descritos no instrumento convocatório. Por fim, ocorre à escolha e homologação do vencedor por parte da comissão de licitação.

Nos processos de compra públicos que envolvem licitação, as propostas comerciais são entregues em envelopes lacrados que só poderão ser abertos em evento público previamente determinado no instrumento convocatório. Este procedimento é obrigatório por lei e está estabelecido na lei 8.666/93 em seu artigo 3º, § 3º, onde é dito: *“A licitação não será sigilosa, sendo públicos e acessíveis ao público ato de seu procedimento, salvo quanto ao conteúdo das propostas, até a respectiva abertura”* (PEREIRA, 2003).

3. Inteligência Artificial Distribuída

Segundo Bittencourt (BITTENCOURT, 1998), por motivos históricos, a IAD esta dividida em dois enfoques: a Solução Distribuída de Problemas (SDP) e Sistemas Multiagente (SMA).

A SDP tem como foco principal o problema. Seus objetivos são utilizar a capacidade de processamento e robustez oferecidos pela tecnologia de redes para atacar problemas de natureza distribuído ou muito complexo, tendo como exemplo o problema de tráfego aéreo. Os agentes envolvidos em SDP são programados para cooperar, dividir tarefas, comunicar-se de maneira confiável, porém não é considerado simples estabelecer estas propriedades em uma coleção de indivíduos.

O estudo das pressuposições básicas sobre agentes que garantam a possibilidade de ação cooperativa em sociedade é o foco de estudo dos SMA, isto é, neste caso o foco das pesquisas é o agente. O estudo de SMA é naturalmente multidisciplinar e envolve conceitos provenientes de diversas disciplinas, tais como, economia, teoria de jogos, ciências sociais, etc.

3.1 Sistemas Multiagente (SMA)

Os programas de computador vêm alcançando um patamar evolutivo marcado pela aplicação e determinados conjuntos de processos capazes de interagirem com o ambiente ao qual pertençam, seja esse ambiente um simples software de automação relacionando-se com uma coleção de informações organizadas (banco de dados) ou mesmo um complexo mundo virtual animado. Esses conjuntos de processos são denominados de Agentes (WOOLDRIDGE e JENNINGS, 1995).

Os sistemas multiagente (SMA) consistem de aplicações distribuídas compostas por um conjunto de processos autônomos, heterogêneos, distribuídos e inteligentes (agentes) que cooperam entre si para a solução de um problema complexo que está além das suas capacidades individuais (WOOLDRIDGE, 2002).

O uso de SMA se justifica quando a natureza do problema é distribuída e requer uma junção de diferentes domínios de conhecimento para a solução do problema, por exemplo uma licitação pública. Neste caso cada entidade que integra o processo de licitação é representada por um agente, que interage com o ambiente a fim de atingir seus objetivos.

Existem vários tópicos a serem tratados quando se estuda SMA, como protocolos de comunicação interagentes, ambientes de desenvolvimentos, integração e interoperação de SMA. Entretanto neste trabalho procurou-se apresentar os conceitos básicos que serão citados na descrição da aplicação desenvolvida, como interação entre agentes, cooperação e negociação, que serão descritas nas subseções a seguir.

3.1.1 Interação entre agentes

Uma das propriedades essenciais de um agente é sua capacidade de comunicar -se com outros agentes, usuários e sistemas visando atingir seus objetivos. Durante o planejamento da interação deve-se lembrar que a informação pode ser incompleta, imprecisa e ou previsiva, e a qualidade dela varia de acordo com o tipo de agente. A interação pode ser dividida em 4 camadas de complexidade: comunicação, coordenação, cooperação e colaboração.

A camada de comunicação é básica de qualquer software que precisa interagir. Faz-se necessário uma linguagem de comunicação com uma sintaxe precisa, de conhecimento de todos. A semântica é implícita, devendo ser acordada entre as partes. A camada de coordenação define as regras de interação considerando as agendas dos agentes de forma a se evitar comportamentos indesejados. Neste caso a semântica é mais explícita, conhecida por todos. Sistemas multiagente podem interoperar com outros sistemas para garantir agilidade e na execução das tarefas. Esta interoperabilidade pode ser realizada de agente com agente, agente com usuário, agente com SMA e SMA com sistemas.

3.1.2 Cooperação entre agentes

A característica essencial da abordagem SMA é a filosofia de resolução distribuída de problemas, na qual é adotada uma estratégia de dividir para conquistar. A resolução cooperativa distribuída de problemas diz que um problema é dividido em subproblemas e cada um é solucionado separadamente por um agente, cada um destes comunicando ou cooperando entre si quando necessário, com a idéia básica de que a soma dos resultados locais corresponderá à solução do problema geral (JENNINGS, 1994) (FRIGO, 2004).

A camada cooperação é uma camada encontrada apenas em sistemas baseados em agentes, onde a cooperação reflete uma estratégia de ação decidida pelo agente, permitindo a negociação. Existem dois tipos de cooperação: partilha de informação e partilha de tarefas. A partilha de informação se dá quando um dado agente dispõe ou produz informações parciais que julga serem úteis a partilhar e as envia para os outros agentes. A partilha de tarefa é efetuada quando um dado agente, ao decompor uma dada tarefa, detecta sub-tarefas que não pode ou não quer realizar, sendo necessário procurar outros agentes que possam auxiliá-lo.

Os agentes buscam cooperação, na forma de interação quando ocorrem conflitos. Conflito é a situação gerada dentro de um agente quando, visando resolver seu problema, ele se defronta com a ausência ou insuficiência de recursos ou habilidades.

3.1.3 Negociação entre Agentes

A negociação é um de uma série de métodos através dos quais disparidades entre agentes são acordadas quando se verificam incertezas ou conflitos.

A noção do uso de negociação como uma meta-forma para resolução distribuída de problemas foi introduzida por (DAVIS, 1983) apud (RABELO, 2003), sendo o enquadramento proposto baseado num outro trabalho importante, no qual propõe um protocolo de suporte chamado Rede de Contrato, basicamente usado nos problemas de alocação de tarefas. Agentes aplicados aos problemas reais, normalmente não buscam uma solução ótima, mas soluções flexíveis (negociadas) para que a solução do problema possa prosseguir.

Algumas classes de negociação podem ser citadas como: negociação em controle de tráfego aéreo, modelagem cognitiva de negociação, rede de contrato, negociação multi-estágio e outras.

4. Sistema Multiagente para Licitação Pública (SMLP)

Esta seção descreve o SMLP (Sistema Multiagente para Licitação Pública) que visa auxiliar a equipe responsável pelos procedimentos de licitação em uma determinada empresa ou órgão público.

A utilização de um sistema baseado em agentes justifica-se, pois, o processo de licitação é de natureza distribuída e autônoma, onde uma determinada empresa ou órgão público elabora uma carta convite com os detalhes da licitação e a encaminha para as empresas interessadas em participar da concorrência. Estas por sua vez avaliam os detalhes da licitação e se for de seu interesse elaboram uma proposta comercial submetendo-a a empresa pública. Ao receber as propostas dos fornecedores, a empresa ou órgão público, encaminha para a comissão permanente de licitação que analisará todas as propostas e escolherá aquela que seja mais vantajosa para a administração pública.

O SMA de licitação pública é composto de sete agentes sendo estes divididos em três classes diferentes. Estas três classes contemplam todas as entidades participantes num processo de licitação pública: a classe “Empresa/Entidade Pública” é responsável pelo procedimento licitatório; a classe “Fornecedor” representa os fornecedores participantes do processo licitatório; a classe “Especialista” representa a comissão permanente de licitação.

A figura 1 ilustra a hierarquia dos agentes que participam do processo licitatório. O agente Empresa Pública está no centro, sendo responsável por enviar a carta convite aos fornecedores e posteriormente receber as propostas dos interessados em participar da licitação pública.

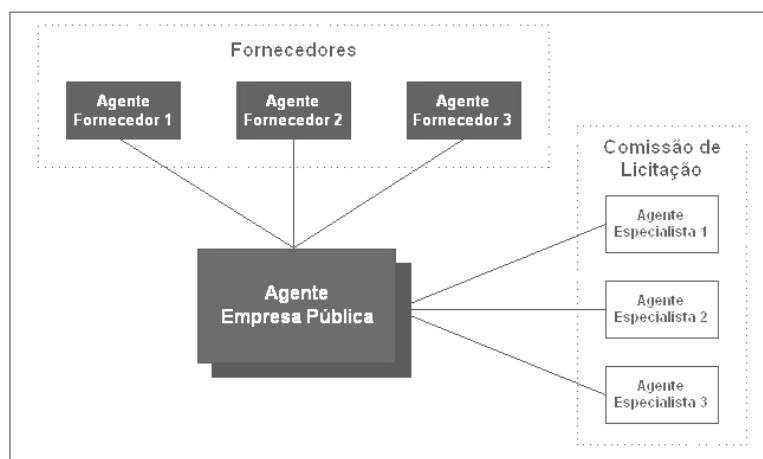


Figura 1: Representação hierárquica dos agentes participantes do processo licitatório

Após receber as propostas dos agentes fornecedores, o agente Empresa Pública encaminha essas propostas para os agentes Especialistas que formam a comissão permanente de licitação. Estes são responsáveis pela avaliação das propostas recebidas e escolher a melhor, conforme os critérios pré-estabelecidos no processo licitatório,

informando o resultado para o agente Empresa Pública, que em seguida, repassa o resultado para todos os agentes Fornecedores que participaram do processo.

É importante ressaltar que o SMA desenvolvido não contempla todos os tipos de licitação, a sua utilização restringe-se somente as licitações do tipo carta convite, ou seja, tipo de licitação no qual a empresa pública envia o edital de licitação para alguns fornecedores previamente cadastrados.

4.1 Características do SMLP

Conforme descrito na seção anterior, o SMLP é composto de sete agentes, sendo estes divididos em três classes distintas: fornecedor, empresa pública e especialista. Cada agente que compõem o SMLP possui as seguintes características:

- **Reativo:** todos os agentes são reativos, ou seja, reagem conforme os estímulos recebidos de outros agentes. Não possuem capacidade de raciocinar sobre determinadas ações;
- **Persistente:** ao concluírem as suas tarefas, os agentes permanecem ativos no sistema aguardando novas instruções. Os agentes são destruídos quando a aplicação é finalizada;
- **Estacionário:** os agentes não possuem capacidade de se mover no ambiente.

Com base na teoria dos sistemas multiagentes, os agentes que compõem o SMLP possuem as seguintes propriedades:

- **Racional:** todos os agentes visam atingir um objetivo dentro do processo de licitação, entretanto a solução do problema não necessariamente pode ser a mais correta;
- **Benévolo:** todos os agentes são cooperantes, não havendo objetivos conflitantes entre eles;
- **Responsável:** os agentes farão todos os esforços possíveis para solucionar um problema;
- **Cooperante:** todos os agentes cooperam entre si para atingir os objetivos na solução de um problema;
- **Honesto:** todas as informações produzidas pelos agentes são verdadeiras;
- **Autônomos:** suas decisões não dependem de outros agentes;

A comunicação entre os agentes do SMLP é feita por meio de troca de mensagens. As mensagens trocadas entre os agentes seguem um padrão, um protocolo próprio, que define os campos e as regras semânticas dependendo do tipo da mensagem. São definidos três tipos de mensagens que os agentes trocam entre si: mensagem de licitação, contém os dados da licitação, enviada do agente Empresa Pública para os agentes Fornecedores; mensagem de propostas, contém os dados das propostas, são enviadas dos agentes Fornecedores para o agente Empresa Pública que as repassa para os agentes Especialistas; mensagem de resposta, contém o número da licitação e o nome do vencedor, enviada do agente Empresa Pública para os agentes Fornecedores, seu objetivo é informar quem foi o ganhador da licitação.

A organização dos agentes no sistema é o do tipo hierárquico por produto, onde o agente Empresa Pública é responsável por enviar os dados da licitação para os agentes Fornecedores, receber as propostas, encaminhá-las para os agentes Especialistas, receber as respostas, ou seja, a informação sobre o vencedor da licitação e repassá-la para os agentes Fornecedores. É importante ressaltar que não existe a possibilidade de um

determinado agente Fornecedor enviar uma mensagem diretamente para algum agente especialista sem que essa mensagem passe pelo agente Empresa Pública e vice -versa.

O modelo hierárquico foi adotado visando a segurança e a idoneidade do processo de licitação, que neste caso é garantida, pois somente o agente Empresa Pública estabelece contato com os outros agentes que fazem parte do sistema.

4.2 Modelagem do Sistema

O SMLP foi modelado com o padrão UML, com objetivo de caracterizar a funcionalidade dos agentes. Existem outras ferramentas para modelagem de SMA , tais como Tropos (BRESCIANI,2004), Gaia (WOOLDRIDGE,200) e AUML (AUML, 2004). A figura 2 ilustra a interação dos atores e processos.

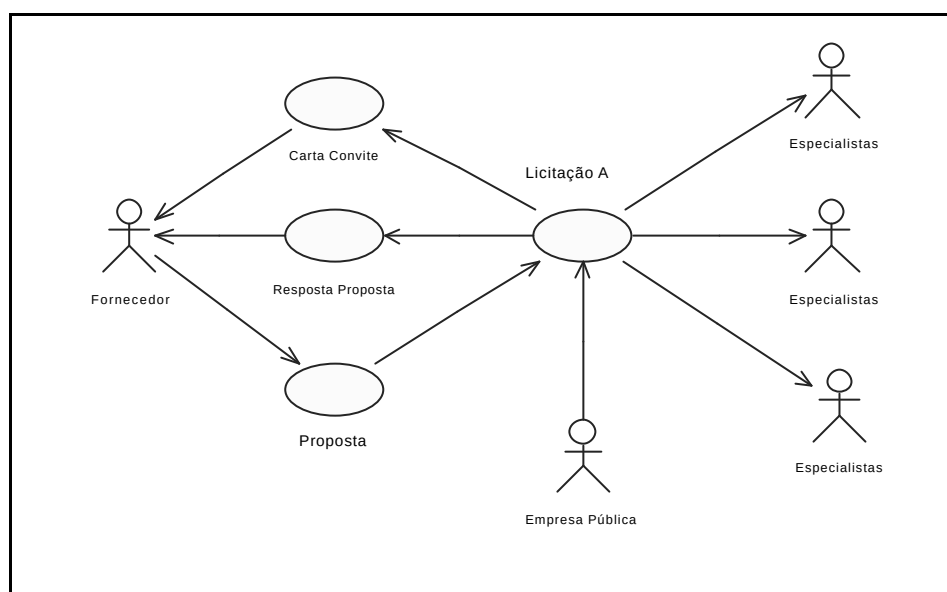


Figura 2 – Diagrama Use Case do processo de licitação

O diagrama a seguir apresenta uma seqüência de tempo entre os objetos participantes de uma operação/método e as trocas de mensagens entre eles (figura 3).

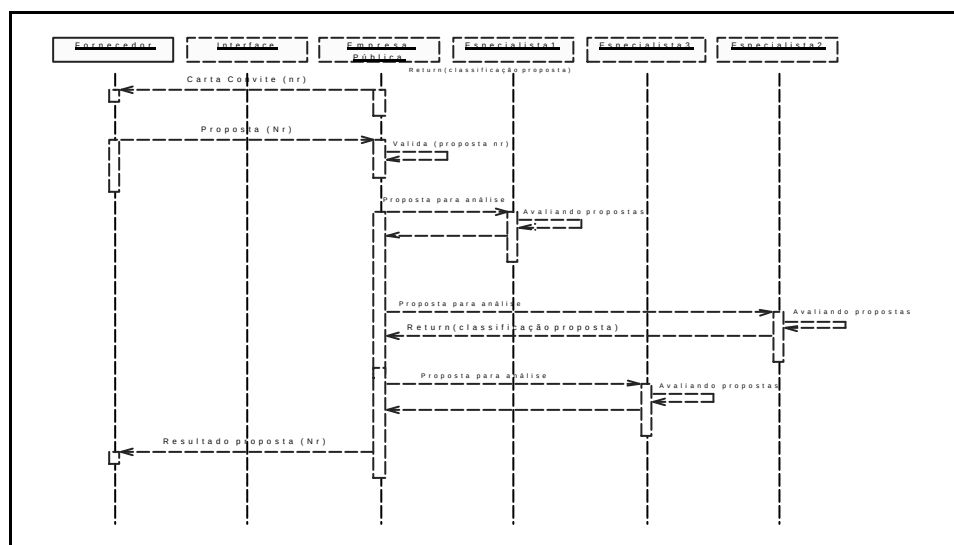


Figura 3 – Diagrama de sequência : fornecedor envia proposta

Quando uma licitação é criada e confirmada, além de ser inserida na base de dados de licitações, o agente Empresa Pública, envia imediatamente os dados da licitação para os agentes Fornecedores, e fica aguardando as possíveis propostas dos agentes interessados na licitação. Ao receber uma proposta, o agente Empresa Pública encaminha para os agentes Especialistas, responsáveis por avaliar todas as propostas recebidas e apontar um ganhador. Ao receber o resultado da análise pelos agentes Especialistas, o agente Empresa Pública envia uma mensagem para todos os fornecedores que participaram do processo de licitação informando quem foi o ganhador.

Agente Especialista: representa os especialistas que fazem parte da comissão permanente de licitação. A comissão de licitação é composta por três agentes especialistas que independentemente são capazes de analisar e decidir a melhor proposta de acordo com critérios pré-estabelecidos no processo licitatório. Essa quantidade de agentes especialistas é necessária, pois, conforme as normas que estabelecem os critérios da formação da comissão permanente de licitação (FIGUEIREDO, 2002), é estipulado um número mínimo de três elementos para compor a comissão. Essa comissão é responsável por receber as propostas dos agentes Fornecedores e analisá-las para posterior apresentação do ganhador.

Ao receber as propostas cada agente especialista irá analisá-las com base em critérios pré-estabelecidos no processo de licitação, estes critérios podem ser: melhor preço, melhor prazo/forma de pagamento e qualidade técnica do fornecedor. Quando a análise tiver sido concluída e um fornecedor tiver sido escolhido como ganhador da licitação, será armazenado na base de dados de licitações o nome do fornecedor ganhador. A lista de licitações concluídas é controlada por cada agente Especialista individualmente. A figura 6 ilustra a lista de licitações concluídas que faz parte da tela principal do agente Especialista.

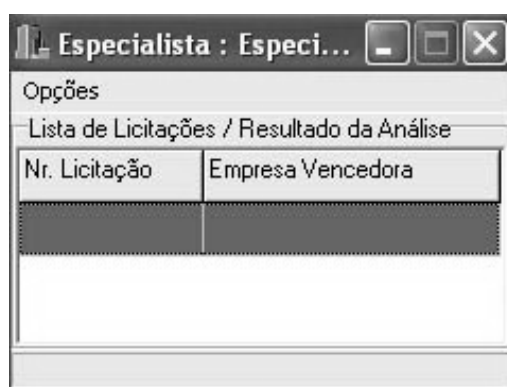


Figura 6: Tela principal do agente Especialista

Quando os agentes especialistas concluírem a análise das propostas e chegarem a uma conclusão sobre o ganhador da licitação, uma mensagem é enviada para o agente Empresa Pública contendo o número da licitação e o nome da empresa ganhadora da concorrência. Essa mensagem posteriormente é encaminhada, pelo agente Empresa Pública, para todos os agentes Fornecedores que participaram da licitação. É importante ressaltar que não existe conflito de resultados entre os agentes especialistas, pois cada agente é especializado num tipo de licitação.

Agente Fornecedor: representa os fornecedores que participam do processo de licitação. Cada fornecedor pode possuir uma ou mais atividades comerciais, como por exemplo, prestação de serviços e/ou venda de material de uso e consumo. A definição da atividade comercial do agente Fornecedor é configurada em sua tela principal (figura 7). A definição do ramo ou atividade comercial do agente Fornecedor é importante, pois define a capacidade técnica do mesmo. Por exemplo, suponha que um determinado agente Fornecedor atue na área de venda de material de uso e consumo e num determinado momento receba uma carta convite de licitação para bens e imóveis. Considerando que essa empresa possa fazer acordos comerciais com outras empresas que atuem no ramo estipulado no objeto de licitação, então poderia participar da licitação apresentando uma proposta. Entretanto, ao passar a proposta para o agente Empresa Pública, é necessário informar além dos dados normais da proposta, como por exemplo, valores e prazos de pagamento, a atividade comercial, ou seja, o ramo em que atua. Quando essa proposta chegar nos agentes Especialista esse fornecedor não terá uma boa qualificação técnica devido a não atuar na área fim do objeto da licitação.



Figura 7: Tela principal do agente Fornecedor

Quando um agente Fornecedor recebe uma carta convite para uma licitação ele avalia se é capaz de concorrer verificando se o objeto de licitação é compatível com a sua área de atuação. Em caso positivo o agente Fornecedor irá elaborar uma proposta com base nos critérios da licitação e submetê-la ao agente Empresa Pública, que irá repassar para os agentes Especialistas. Um agente Fornecedor só poderá apresentar uma proposta ou eventualmente nenhuma por licitação.

Ao apresentar uma proposta para uma determinada licitação, o agente Fornecedor irá armazenar os dados da proposta numa base de dados e os mesmos poderão ser vistos em uma tabela existente em sua tela principal, conforme ilustrado na figura 7.

4.4 Ferramentas utilizadas

Utilizamos a ferramenta MASSYVE Kit versão 2.2 (JACOMINO, 2003) para desenvolver a estrutura básica do sistema multiagente. A ferramenta foi desenvolvida na Universidade Federal de Santa Catarina (com cooperação de outras instituições), da qual encontramos material e equipe de apoio para responder algumas dúvidas oriundas na etapa de implementação deste trabalho. Uma das vantagens desta ferramenta é a disponibilidade de uma interface interativa e amigável, onde podemos desenvolver sistemas multiagente incluindo configurações básicas e funcionalidades de comunicação. A linguagem utilizada para desenvolvimento foi C++.

5. Trabalhos Correlatos

O SMLP é um sistema multiagente para licitações do tipo carta convite. Na literatura existem vários trabalhos de aplicação de SMA em licitação, entretanto esses sistemas abordam a licitação do tipo leilão. Alguns desses sistemas são descritos a seguir:

. **AuctionBot** : desenvolvido na Universidade de Michigan, é um servidor de leilões flexível, escalável e robusto, que suporta tanto agentes de "software" como agentes humanos (WURMAN *et al*, 1998). O sistema gere múltiplos leilões que poderão ocorrer simultaneamente, admitindo vários tipos de leilões.

. **Kasbah**: é um mercado virtual, criado no *MIT Media Laboratory*, no qual os utilizadores criam agentes predefinidos e nos quais delegam a compra e venda de produtos. O objetivo principal do sistema é permitir a criação de agentes que negociam autonomamente, procurando obter o melhor negócio possível para o utilizador (CHAVEZ e MAES, 1996) (CHAVEZ *et al*, 1997).

. **Tete-a-Tete**: desenvolvido no *MIT Media Laboratory*, engloba três áreas de investigação: sistemas multiagente, desenho de interfaces homem-máquina e Comércio Eletrônico. O objetivo do projeto é disponibilizar tecnologias avançadas e ferramentas de visualização, para auxiliar os consumidores com as ofertas dos vendedores, em mercados "on-line". O Tete-a-Tete pretende dar aos utilizadores a possibilidade de negociar sobre várias dimensões de uma transação. Dá a possibilidade aos vendedores de se diferenciarem em atributos do produto e do serviço além do preço, como tempos de entrega, garantia, etc. (MOUKAS *et al*, 1998).

6. Conclusão

Esse trabalho descreveu um ambiente interativo multiagente aplicado ao processo de licitação pública. Os sistemas multiagentes visam solucionar problemas de forma distribuída, onde cada agente possui uma certa autonomia e é responsável por uma determinada tarefa. A aplicação de sistemas multiagentes no processo de licitação pública visa auxiliar os especialistas na tomada de decisão com o objetivo de selecionar a proposta mais vantajosa para a administração pública.

A utilização de um sistema multiagente é justificável, pois, um processo de licitação pública é naturalmente distribuído sendo composto de três entidades básicas: a empresa ou órgão público que elabora o edital de licitação, os fornecedores que elaboram as propostas e os especialistas que analisam todas as propostas recebidas e apontam um ganhador.

O sistema desenvolvido, intitulado de SMLP, Sistema Multiagente para Licitação Pública, contempla somente a licitação do tipo carta convite, na qual a empresa ou órgão público elabora o edital de licitação e o encaminha para alguns fornecedores previamente cadastrados.

O SMLP é composto de sete agentes divididos em três categorias, são elas: Fornecedores, Empresa Pública e Especialista, respectivamente. Cada categoria representa uma determinada entidade presente num processo de licitação pública. O agente Empresa Pública coordena todo o processo de licitação, sua principal função é enviar o edital de licitação para os agentes fornecedores, receber as propostas dos agentes fornecedores, encaminhar as propostas para os agentes especialistas e informar os agentes fornecedores sobre o ganhador da licitação.

Para trabalhos futuros sugere-se que o SMLP contemple outras formas de licitação, como por exemplo leilão e pregão. Alterar os agentes Especialistas de reativos para cognitivos, o que fará com que esses agentes tenham um certo nível de inteligência e possam decidir de forma mais racional a melhor proposta para uma determinada licitação levando em consideração o conhecimento adquirido com a experiência.

Agradecimento

A autora Eliane Pozzebon agradece o CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pela bolsa de doutorado.

Referências Bibliográficas

AUML, *The FIPA Agent UML Web Site*, Disponível em: <http://www.auml.org/> Acesso em: 01/06/2004.

BITTENCOURT, G. *Inteligência Artificial: Ferramentas e Teoria*. Editora da UFSC, 1998.

BRESCIANI, P; GIORGINI, P; GIUNCHIGLIA, F; MYLOPOULOS J. and PERINI A. "TROPOS: An Agent-Oriented Software Development Methodology". In *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Kluwer Academic Publishers Volume 8, Issue 3, Pages 203 - 236, May 2004.

CASTRO, C. B. *Desvios na Licitação*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1994.

CHAVEZ, A; MAES, P. "Kasbah : An Agent Marketplace for buying and selling Goods." In *Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM' 96)*, pp. 75-90, London, UK, 1996

CHAVEZ, A.; DREILINGER A; GUTTMAN R; MAES P., "A Real-Life Experiment in Creating an Agent Marketplace", in *Proceedings of the Second International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM'97)*, 1997.

FIGUEIREDO, J.R. *Licitações Públicas para Principiantes*. Florianópolis: Editora Insular, 2002.

FRIGO L.B; POZZEBON, E; BITTENCOURT G. *O Papel dos Agentes Inteligentes nos Sistemas Tutores*. In: *WCETE'2004- World Congress on Engineering and Technology Education*, ISBN 85-89120-12-0, Santos – SP, 2004.

JACOMINO, A; RAMOS, M. A.; RABELO; R. J. MASSIVE Kit – *Kit for the Development of Multiagent Systems*. Obtido em <http://www.gsigma-grucon.ufsc.br/massive/>, setembro/2003.

JENNINGS, N. R. "Cooperation in Industrial Multi-agent Systems", World Scientific, 1994.

MOUKAS, A., GUTTMAN R.; MAES P., "Agent-mediated Electronic Commerce: An MIT Media Laboratory Perspective", in *Proceedings of the First International Conference on Electronic Commerce (ICEC'98)*, 1998.

PEREIRA, F. C. *Criptografia Temporal: Aplicação Prática em Processos de Compra*. Universidades Federais de Santa Catarina, 2003. Dissertação de Mestrado (UFSC/CPGCC).

RABELO, R. J. “ Sistemas Multiagentes” Disponível em :
<http://www.das.ufsc.br/~rabelo>, 2003.

WOOLDRIDGE, M. J; JENNINGS, N. *Agent theories, architectures and languages: A survey*. *Intelligent Agents - Springer-Verlag, Berlin*, 1–22, 1995. Disponível em
[Http://Www.Cs.Umbc.Edu/ Finin/Papers/Atal.Pdf](Http://Www.Cs.Umbc.Edu/Finin/Papers/Atal.Pdf).

WOOLDRIDGE, M. *Introduction to MultiAgent Systems*, Liverpool: John Wiley & Sons, Ltd. 2002.

WOOLDRIDGE, M; JENNINGS, N.R; KINNY, D. “*The Gaia methodology for agent-oriented analysis and design*”. *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, to appear 2000.

WURMAN, P.;WELLMAN, M. & WALSH, W. “*The michigan Internet AuctionBot: A configurable auctionserver for human and software agents.*” *To appear in Proceeding of the second International Conference on autonomous Agents (Agents’ 98)*.May–1998.