

# SUPOORTE À CRIAÇÃO DE EMPRESAS VIRTUAIS UTILIZANDO AGENTES MÓVEIS

SILVIA SAWADA SIMÕES COSTA; RICARDO JOSÉ RABELO  
*Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Automação e Sistemas*  
Caixa Postal 476, CEP: 88040-900, Florianópolis –SC  
[silvia@das.ufsc.br](mailto:silvia@das.ufsc.br), [rabelo@das.ufsc.br](mailto:rabelo@das.ufsc.br)

**Resumo** - Neste trabalho é apresentado um processo semi-automático de “*brokerage*” dentro de um *cluster* de Ferramentarias localizada em Caxias do Sul, RS, chamada TechMoldes. Este processo é representado por um sistema de suporte que auxilia o *broker*-humano na seleção do grupo de empresas que melhor se adequa a uma determinada oportunidade de negócio. Uma inovação deste trabalho se comparado ao anterior (Rabelo et al., 2000) é a introdução de agentes móveis (AgM) como uma ferramenta de busca de informação dentro do *cluster*. O AgM visita cada empresa do cluster capacitada a participar do negócio, busca as propostas de cada uma, e utiliza esta informação para gerar as possíveis Empresas Virtuais para cada oportunidade de negócio.

**Abstract** - In this paper we present a semi-automated process of brokerage for a cluster of mould and die industries located in Caxias do Sul, RS, called TechMoldes. This process is represented by a multi-agent-based decision support system that helps a human-broker in the selection of the group of enterprises within Techmoldes which better fits a given business opportunity. An innovation of this work compared with the one before (Rabelo et al., 2000) is the introductions of mobile agents (MA) as a tool for the search of information within the cluster. The MA visits each enterprise of the cluster capable of participating of the business, searches for the bids of each one, and utilizes this information to generate possible Virtual Enterprises for each business opportunity.

**Keywords**— agentes móveis; empresas virtuais.

## 1 INTRODUÇÃO

A competitividade, a rápida mudança das necessidades dos consumidores e o surgimento de novas tecnologias de manufatura e de informação vêm provocando grandes mudanças no estilo de produção e configuração de empresas de manufatura. A TechMoldes é uma organização virtual (OV) composta de nove pequenas e médias ferramentarias, localizadas na cidade de Caxias do Sul, RS, cidade conhecida nacionalmente como um *cluster* deste setor. Ela foi criada como uma solução estratégica para responder às necessidades de um mercado que vem exigindo menores prazos de entrega e, por conseguinte, maior capacidade produtiva. Atuando como uma OV, as empresas passam a ser vistas pelo cliente final como uma só entidade produtiva, fruto do somatório das capacidades individuais das empresas-membro, porém “transparente” ao cliente. Portanto, potencializam um aumento de competitividade, podendo atuar com maior força no mercado global. A cada oportunidade de negócio que chega à Techmoldes são verificadas as possibilidades de “coalizões” de empresas que podem atender àquela. No contexto deste trabalho, cada uma destas coalizões é vista como uma empresa virtual (EV). Uma EV corresponde a uma união temporária de empresas que se unem para dividir seus recursos e capacidades individuais visando melhor responder a uma oportunidade de negócio específica, com a cooperação entre elas suportada por redes de computadores. (Camarinha-Matos et al., 99).

Visando formar EVs, duas questões são fundamentais para que a organização virtual possa alcançar as bases para a competitividade almejada: a agilidade na introdução do negócio ao grupo de empresas da TechMoldes, e a eficiência na formação e análise das EVs possíveis. Neste estágio, é de grande importância o papel do *broker* (“negociador”). Na TechMoldes, o *broker* é a

entidade que coordena o processo de *brokerage*: busca de oportunidades de negócios para o cluster de empresas que este representa, e posteriormente eleição de quais empresas (uma EV) devem participar efetivamente do negócio.

Este trabalho foca sua atenção no problema da complexidade naquela eleição, propondo um sistema de apoio à decisão baseado em agentes móveis. O trabalho emerge com uma maior sustentação conceitual às idéias introduzidas em (Rabelo et al., 97), e oferece uma outra alternativa para a abordagem apresentada em (Rabelo et al., 00b e 01). Ele concentra-se na fase de criação de EV em termos de ciclo de vida (Spinosa et al., 98).

O artigo está organizado da seguinte forma: O Capítulo 2 descreve o cenário de funcionamento da TechMoldes. O Capítulo 3 apresenta o conceito de “*brokerage*” neste contexto. O Capítulo 4 detalha o funcionamento da Techmoldes com a filosofia de um sistema de apoio à decisão para *brokerage* baseado em agentes móveis. O Capítulo 5 discute a tecnologia dos agentes móveis. O Capítulo 6 comenta sobre a arquitetura do protótipo sendo desenvolvido. O Capítulo 7 discorre sobre os aspectos de implementação do protótipo. Finalmente, o Capítulo 8 apresenta algumas conclusões e próximos passos.

## 2 O CLUSTER TECHMOLDES

A indústria brasileira de moldes e ferramentas atravessa um momento importante, apresentando algumas particularidades. Enquanto muito se investe na maquinaria de chão de fábrica, através da aquisição de, por exemplo, máquinas CNC de última geração, relativamente pouco tem se investido na TI aplicada à gestão da produção, busca de novos negócios, e à forma como se fecham os negócios.

Neste setor, o cliente usualmente fecha o negócio considerando três fatores principais: qualidade, custo, e prazo de entrega. No entanto,

outro fator vem ganhando grande importância: a *agilidade* no processo de negociação. No processo tradicional, sem a presença de um “coordenador”, onde as empresas tentam se organizar aleatoriamente, torna-se bastante complicada a tomada de decisões e conseqüentemente a rápida chegada a um consenso entre as empresas sobre quais delas irão fazer parte de um determinado negócio. A aplicação da solução estratégica proposta neste trabalho, utilizando a figura de um sistema de apoio com um negociador humano, o *broker*, que coordena o processo como um todo, desde o recebimento do pedido do cliente até a escolha das empresas mais apropriadas ao negócio, fornece uma agilidade no processo de negociação atualmente essencial em termos de competitividade.

No cenário da TechMoldes, uma possibilidade de se iniciar um negócio consiste na chegada do pedido do cliente através do *broker*. Antes de fornecer uma resposta ao cliente, dois problemas ocorrem. O primeiro é quanto a complexidade em fornecer uma resposta confiável ao cliente. Cada EV é caracterizada por uma certa coalizão técnica e pelo seu escalonamento (*schedule*). Normalmente há várias dezenas de possibilidades de EVs que se encaixam nos requisitos de um dado negócio, o que é extremamente complexo de se analisar, tanto quanto a qualidade de cada coalizão, como fazê-la rapidamente. Isto se torna ainda mais pernicioso quando se considera que a função primordial do *broker* deveria ser a de buscar novas oportunidades de negócio. Portanto, um sistema que auxilie o *broker* naquela tarefa é extremamente importante, já que um escalonamento não-assistido feito pelo *broker* humano pode implicar em uma EV menos lucrativa em termos do custo final, prazo de entrega e até na perda do negócio.

O segundo problema está relacionado com a agilidade em proporcionar ao cliente uma resposta confiável. Considerando a complexidade descrita anteriormente, o *broker* deve possuir algum sistema de suporte que o auxilie na agilização do processo global do *ciclo de vida* do negócio dentro da TechMoldes: o anúncio da oportunidade, a coleta das informações (propostas) de cada empresa, a seleção da melhor possibilidade, e finalmente o fornecimento ao cliente da melhor solução. Prover toda uma infraestrutura de comunicações que favoreça às empresas trabalhar neste tipo de ambiente – e de forma confiável e em iguais condições – é fundamental para o sucesso da solução, fortemente apoiada na confiança nas regras do jogo. Vários são os passos nesta direção.

Cada uma das nove empresas que constitui a TechMoldes encontra-se em diferentes níveis de organização e automatização, tendo suas próprias metodologias e características. Um dos passos foi o fornecimento de um (mesmo) sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e Banco de Dados (BD) para cada empresa, ou seja, a TI sendo usada como elemento de

“homogeneização” entre as empresas perante o *broker*. Um outro passo foi a disponibilização, para todos os membros, de certas informações outrora consideradas “secretas”, tais como a capacidade de produção alocada e planejada, permitindo uma otimização constante no escalonamento das empresas. É importante ressaltar que, embora pertençam à TechMoldes, cada empresa mantém-se autônoma e privada.

### 3 A ABORDAGEM DO BROKER

O *broker* é um especialista humano que representa a TechMoldes e que possui basicamente duas funções principais: a procura e recepção de novas oportunidades de negócio, e a coordenação do processo de seleção do conjunto de empresas mais apropriado para cada oportunidade.

Visando uma agilidade maior na gerência dos negócios, este trabalho propõe um software de suporte para as tomadas de decisão do *broker*. Através do *broker* uma determinada oportunidade de negócio – um conjunto (ou “pacote”) de moldes pedidos por um certo cliente – é transformado em um processo de negócio distribuído (PND), que é dividido em processos de negócio (PN), sendo que cada PN corresponde a um molde ou ferramenta individual. Cada PN é então distribuído entre as empresas da TechMoldes. Dependendo das exigências do negócio em questão e das capacidades das empresas, várias delas podem se sentir habilitadas a executar os diversos PNs, e desta forma a coalizão mais adequada deve ser escolhida. A figura 1 ilustra o caso onde existem três possíveis EVs dentro do *cluster* capazes de atender a um determinado PND hipotético (para facilitar a leitura da figura, apenas os PNs da EV2 são explicitados). É importante ressaltar que para uma determinada empresa “E” podem ser designados mais de um PN e que esta empresa pode estar envolvida em várias EVs simultaneamente.

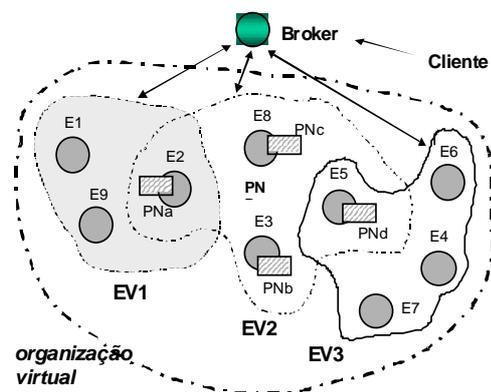


Figura 1 – Cenário de EVs na TechMoldes

Um sistema multiagente de suporte à decisão é apresentado – *Sistema Móvel de Busca de Informação e Formação de EV em Clusters: MobiC* – que visa (i) auxiliar o *broker* humano na tomada de decisão sobre o conjunto de empresas mais adequado para um dado pedido de moldes ou

ferramentas, e (ii) como ferramenta de suporte na otimização dos escalonamentos de cada “pacote”, tendo como base as informações fornecidas pelos sistemas de PCP de cada empresa. Como os membros do *cluster* são competidores em potencial, a decisão final é tomada por um Conselho, composto pelos representantes das empresas e coordenado pelo *broker*. A decisão final é baseada na análise do *broker* sobre o conjunto de alternativas geradas e analisadas pelo sistema, com os critérios de *menor custo total* e *menor tempo total de entrega* de cada “pacote” por parte de cada EV gerada.

#### 4 O CENÁRIO DA TECHMOLDES

No cenário atual da TechMoldes, as empresas recebem pedidos de clientes tanto diretamente (de forma tradicional), como através do *broker*. O pedido do cliente pode conter um molde ou ferramenta individual ou um conjunto deles (um “pacote”), e freqüentemente chega ao *broker* ou como um esboço ou com uma especificação detalhada. Tal pedido especifica o tamanho do molde (em toneladas), seu tipo (molde ou ferramenta), o material (alumínio ou plástico), e o prazo de entrega. Para o *broker*, cada empresa do *cluster* é vista em termos de suas capacidades, representadas através do tipo e do tamanho do molde que estão aptas a fabricar.

Existem seis passos básicos no ciclo de vida do sistema MobiC (Figura 2):

- 1) Para cada oportunidade de negócio, o *broker* analisa o pacote (PND) e identifica quem são os candidatos em potencial para a produção de cada molde (PN), e distribui o pedido entre as empresas que se encaixam no perfil desejado.
- 2) As empresas envolvidas recebem, analisam e geram suas propostas caso possam satisfazer as exigências técnicas e temporais do PN.
- 3) Um agente móvel (AgM) é enviado e dialoga com cada Agente-Empresa (AE), verificando se a empresa está ou não interessada em fazer parte do negócio. Se não está, o AgM desloca-se para a próxima empresa. Se está, o AgM pede ao AE dados do BD local (capacidade e data de entrega) e pede confirmação (ou ajuste) ao supervisor sobre o *preço* e (ou ajuste) *data de entrega*.
- 4) AgM trafega pelas empresas candidatas com os dados obtidos em todas as empresas visitadas referentes ao negócio. Finalmente, o AgM retorna ao *broker* com as alternativas de EVs (e seus escalonamentos) geradas, fornecendo indicadores para avaliá-las.
- 5) *broker*, e o conselho deliberativo escolhem a EV.
- 6) agente *broker* notifica as empresas sobre o resultado final enviando uma mensagem, correspondendo ao acordo final para o negócio.

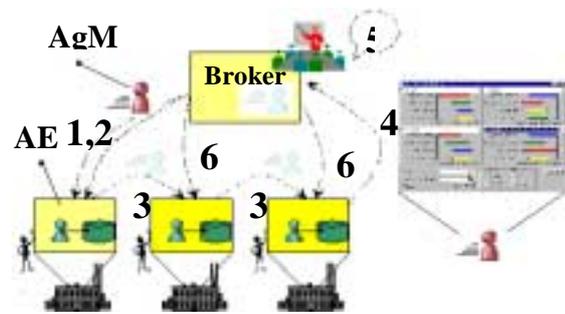


Figura 2: TechMoldes com o MobiC

#### 5 OS AGENTES MÓVEIS

Varias são as abordagens possíveis de implementação deste tipo de sistema de apoio à decisão. Considerando as características do problema e do cenário em questão, vê-se que os sistemas multiagente (*Multi-agent Systems*) representam uma abordagem adequada para a sua modelagem. Os sistemas multiagente constituem-se de uma comunidade de nós resolvidores de problemas (“agentes”) que cooperam entre si na solução de um problema que requer a junção das habilidades individuais de cada agente (Jennings, 94). Neste trabalho, agente são módulos de *software* distribuídos na rede com habilidades específicas e com capacidade de interagir com os demais agentes, compreender o ambiente, e com autonomia de decisão. Dois paradigmas principais surgiram dos modelos baseados em agentes: o paradigma dos agentes estacionários e, bem mais recente, o dos agentes móveis.

Os sistemas multiagente mais comuns são aqueles que utilizam o paradigma de agentes estacionários, que implementam os agentes como programas fixos. Ou seja, uma vez postos em execução em um dado computador, eles não têm habilidades e tão pouco autonomia para se moverem para um outro computador. Novamente levando-se em consideração o problema em questão, a abordagem estacionária é plenamente capaz de atender as suas necessidades, apresentando inúmeras vantagens diante dos métodos tradicionais de suporte a resolução de problemas. É de se referir que o fato de se usar uma abordagem puramente estacionária não implica na utilização apenas de agentes na arquitetura do sistema, mas pode ser complementado com outras modernas tecnologias de informação de suporte. Por exemplo, em (Rabelo et al., 00a) é usado um Web Server para cada empresa, e os agentes então obtêm informação sobre a empresa via comandos remotos *http*. Em (Rabelo et al., 00b), a obtenção de informação das empresas é suportada pela troca de mensagens não apenas inter-agentes, mas também pela troca de informações entre os bancos de dados distribuídos / federados existentes em cada empresa, com definição dinâmica dos direitos de acesso.

Porém, se comparada com a de agentes móveis, a abordagem estacionária revela intrínsecos problemas associados ao usual enorme tráfego na

rede, fruto das inúmeras interações inter-agentes, o que além de custosa, acarreta sérios problemas de desempenho (agravado para os casos onde a comunicação é síncrona), e qualquer problema de falha na rede / robustez pode colocar em risco um coerente resultado final global (Szirbic et al., 99).

Um agente móvel (AgM) pode ser definido como um agente capaz de migrar de um ponto a outro da rede e (re)começar ou continuar sua execução neste novo ponto. A migração consiste na transferência do código (programa + dados) e do estado de execução (memória) do agente. Existem vários sistemas que dão suporte à criação ou à programação de agentes móveis, e fornecem funcionalidades de base de acordo com seu foco de aplicação. Atualmente os AgM são utilizados para inúmeras aplicações em diversas áreas, tais como a computação móvel (Kotz et al., 97), sistemas distribuídos (Fukuda et al., 97), comércio eletrônico (Dasgupta et al., 99), tele-operação (Papaiannou, 99) (Vieira, 00), gestão de informação (Papaiannou et al., 99), e infra-estrutura de rede (Bieszczad et al., 98). Na área de EVs, alguns trabalhos recentes têm se mostrado promissores, tais como (Brugali et al., 99), (Dasgupta et al., 99), (Papaiannou et al., 99) e (Szirbic et al., 99).

No contexto deste trabalho junto às questões da Techmoldes, a tecnologia dos AgM apresenta uma série de vantagens, importantes não só pelo suporte às necessidades atuais mas também para as inovações e futuros aspectos a serem introduzidos no sistema. Os agentes móveis suportam reconfiguração dinâmica de suas “missões”, atualização automática de versões, menor dependência da rede, (re)instalação remota e adição dinâmica de novas funcionalidades em computadores remotos. Possuem um poder de adaptabilidade que lhes permite resolver problemas ainda não mapeados em suas lógicas de acordo com o ambiente remoto que se instalam, e podem apresentar uma inteligência evolutiva que lhes permite enriquecer seus processos decisórios com os dados obtidos à medida que visitam cada empresa do cluster. Por exemplo, se algumas empresas antes participantes agora recuam e são substituídas por outras, os agentes móveis simplesmente migram para as novas empresas parceiras, seguindo agora uma nova rota, com missões dinâmica e inteligentemente readaptadas, sem se alterar a arquitetura de controle.

Logicamente que todas essas propriedades trazem também alguns problemas intrínsecos, tais como a complexidade da programação dessas capacidades e os aspectos de segurança do AgM e dos locais que visitará. Sobre este último, políticas e processos computacionais devem existir para que tanto os AgM como os sites não causem danos indevidos uns aos outros e não executem operações não autorizadas ou for a da autonomia.

A abordagem multiagente, tanto estacionária como móvel, não se adequa a problemas que requeiram resultados matematicamente ótimos, mas

para problemas que requeiram flexibilidade, dinamismo, inteligência e eventualmente mobilidade de ações.

## 6 A ARQUITETURA DO MOBIC

O sistema MobiC tem uma arquitetura híbrida, sob duas perspectivas: dos agentes e do fluxo de controle. Na primeira perspectiva, o sistema é composto de agentes estacionários e de agentes móveis. Os tipos (“classes”) de agentes necessários em um sistema são fruto de uma cuidadosa análise sob vários parâmetros (Malone, 88), que no caso procurou aliar flexibilidade funcional do sistema com o seu desempenho. Um resultado desta análise foi o de usar agentes móveis apenas quando e em quantidade efetivamente necessárias. Na segunda perspectiva, a solução passa por um etapa de interação com o usuário supervisor de cada empresa para que o preço seja fornecido, ou seja, uma solução não automática. Para a Techmoldes, há três diferentes classes de agentes:

- **Broker (Br):** agente estacionário que atua como o supervisor global do sistema, e age como interface sistema : broker humano. É o responsável pela criação do agente móvel.
- **Agente Empresa (AE):** agente estacionário que representa cada empresa do cluster.
- **Agente Móvel Consórcio (AgM):** é o agente que faz a ligação entre as duas entidades “reais” do sistema, *broker* e empresas. É através da sua movimentação que se dá a dinâmica necessária para que o sistema atinja seus objetivos. O AgM é o agente que será enviado a cada empresa da TechMoldes para executar uma certa missão. Nesta fase atual do protótipo MobiC, a missão implementada é *composta*, e é representada como uma “*busca de informações*” em cada empresa, informações estas sendo: *preço, prazo e capacidade*. Ainda, se assume que estas duas últimas informações existem nos BDs locais. Na lógica associada a esta missão, o Consórcio utiliza tais informações para “*criar as diversas possibilidades de coalizão*” e seus escalonamentos, para cada oportunidade de negócio, possuindo ainda facilidades para “*avaliá-las*”<sup>1</sup>.

### A Formação da Empresa Virtual

Inicialmente o *broker* cria o agente móvel, que tem com função deslocar-se para as empresas (pré-selecionadas) do *cluster* em busca de informação para a formação da empresa virtual. O AgM então se transfere para a primeira empresa do *cluster* a ser visitada, tendo consigo a missão a ser executada.

---

<sup>1</sup> As palavras entre aspas significam elementos configuráveis na modelagem de uma missão, e no caso, sequencial e determinística.

Para isso é necessário que o AgM saiba a localização de cada empresa na rede para as quais pretende migrar. Este “endereço” é fornecido pelo *Serviço de Nomes* do CORBA quando o agente solicita a *referência* da empresa, sendo-lhe passado a referência do DMP (*Distributed Manager Process*), um processo de suporte da arquitetura que funciona como uma espécie de *firewall*, presente em cada máquina da rede. Através da interface CORBA o AgM se comunica com o agente estacionário representante da empresa (AE), pedindo as informações desejadas. O AE busca as informações no BD local da empresa (que é alimentado pelo PCP) e as repassa ao AgM. Isto significa que a interoperação com os sistemas legados locais é garantida com o pressuposto de que são os AEs os interlocutores com as entidades externas (no caso, o AgM) ao sistema local, e a integração do AE com a BD é feita simplesmente embutindo no AE funções de alto nível que encapsulam comandos SQL.

De posse das informações e antes de partir para outra empresa, o AgM se apresenta ao usuário supervisor da empresa mostrando as informações que obteve e o questiona acerca do preço. A razão disto é que o preço é uma informação demasiada crítica para, neste momento da TechMoldes, ser calculada por algum sistema. Informado isto e deixado o usuário ciente, o AgM sai da empresa com aquelas informações, movendo-se então para a empresa seguinte. Ao sair, é gravado um arquivo de *log* que descreve as operações feitas pelo AgM e a data e hora que isso ocorrerá. Este procedimento repete-se até que todas as empresas candidatas tenham sido visitadas. Toda a informação obtida e/ou deduzida pelos AgM nos vários negócios só pode ser acessada pelo *broker* e pelas empresas envolvidas no dado negócio.

De posse de todas as informações necessárias, o agente móvel retorna à máquina do *broker* e lá gera as alternativas de EVs. Finda a computação, a interface gráfica do sistema de apoio à decisão do *broker* é atualizada e este toma conhecimento do resultado obtido, podendo inclusive avaliar a qualidade de cada coalizão (Figura 3).



Figura 3: Escalonamentos de EVs

Cada coalizão representa uma EV e seu escalonamento. Os escalonamentos são gerados em *backward* e em *forward*, baseado nas datas

planejadas (pelo PCP) de início e fim de produção de cada molde de cada empresa envolvida. Finalmente, o *broker* humano pré-avalia o escalonamento de cada VE e, junto com os representantes das empresas, escolhem a coalizão mais adequada e fazem a oferta final ao cliente. Quanto ao AgM, terminada sua função e decidida a VE, é eliminado automaticamente do/pelo sistema. É importante ressaltar que normalmente muitas dezenas de escalonamentos possíveis são gerados. Pode-se levar em consideração diversas métricas de avaliação para a escolha de um escalonamento, dando, por exemplo, maior prioridade aos menores prazos de entrega ou ao menor preço. O sistema proposto permite “ordenar” as melhores alternativas de acordo com um dado critério.

## 7 IMPLEMENTAÇÃO

Considera-se um ambiente homogêneo, onde todos os computadores utilizam a mesma plataforma (PCs com *Windows-NT*), sendo utilizado um software de suporte, o *MASSIVE KIT Tool* (MASSIVE, 2000), para gerar a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento do sistema multiagente, na sua versão para CORBA. A programação de todo o sistema multiagente é feita em C++, com UML e usando o ORB C++ (CORBA) TAO (TAO, 01). O protocolo multiagente de alto nível é proprietário.

Para modelar a missão do agente tem sido desenvolvida uma linguagem, *LDPA – Linguagem de Definição de Planos de Agentes*, modelada em XML (XML, 2001), que propiciará um maior suporte à interoperação quando da alteração dinâmica das missões remotas. A figura 4 é apresentado a seguir um exemplo de uma instância da linguagem desenvolvida (um documento XML), onde o agente visita as empresas (*busca as informações necessárias*, interage com o supervisor da empresa, e move-se para a próxima empresa), *cria as possíveis EVs* e as *avalia* de acordo com os parâmetros desejados (neste exemplo, o *preço*).

```
<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE mission (View Source for full
doctype...)>
<mission>
  <search>
    <move>Enterprise 1</move>
    <test condition="cond">
      <command type="get_capacity"/>
      <command type="get_due_date"/>
      <command type="interaction"/>
    </test>
    <move>Enterprise 2</move>
    <test condition="cond">
      <command type="get_capacity"/>
      <command type="get_due_date"/>
      <command type="interaction"/>
    </test>
    <move>Broker</move>
  </search>
  <VEs_creation/>
  <evaluation parameter="price"/>
</mission>
```

Figura 4: Instanciação da Linguagem de Definição de Planos

O aspecto de se utilizar um ambiente homogêneo não é tido como uma limitação. Na prática, é muito comum isto ocorrer neste tipo de agregação de empresas, e o uso do CORBA, que é um standard, encapsula as heterogeneidades existentes. Além disso, como é bem sabido, a completa interoperação com agentes móveis Java em ambientes heterogêneos não é tão “linear” como se apegou.

## 8 CONCLUSÕES E PRÓXIMOS PASSOS

Neste trabalho foi apresentado um sistema de suporte que auxilia o broker-humano na formação da EV mais adequada para cada oportunidade de negócio. Este trabalho apresenta algumas inovações na introdução de agentes móveis como uma ferramenta de busca de informação dentro do *cluster*. A abordagem de agentes móveis tem se mostrado potente para suportar o avançado sistema de gestão desejado, oferecendo flexibilidade e inteligência na arquitetura de controle. Evidentemente que sendo um paradigma muito recente, existem ainda algumas questões em aberto por serem resolvidas, embora várias delas sejam intrínsecas de sistemas distribuídos e móveis.

Na implementação procurou-se utilizar o maior número possível de ferramentas abertas, standard e shareware, em uma plataforma de baixo custo.

Como passos imediatos, está a avaliação da adequação da substituição do protocolo de alto nível multiagente usado por KQML. Além disto, pretende-se incluir na modelagem da missão do agente uma capacidade de adaptação dinâmica de planos. Findo estes passos, o sistema deverá ser testado pelo *broker* do *cluster* para uma validação mais apropriada.

A médio prazo, pretende-se adicionar ao sistema a capacidade de supervisão da EV em execução, portanto atuando não apenas na criação de EVs, mas também no suporte à sua operação (Rabelo, 98a). Ainda, com relação a inteligência do agente móvel, pretende-se enriquecer os algoritmos de geração e otimização dos escalonamentos.

### Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa é suportado pelo CNPq. Agradecimentos a Carlos E. Gesser pelos trabalhos de implementação, e a Rui Tramontim Júnior pelo *parser* XML para a missão do agente.

### Referências Bibliográficas

- Bieszczad, A., Pagurek B., White T. (1998). Mobile Agents for Network Management. *IEEE Communications Surveys, vol. 1, no.1.*
- Brugali D., Menga G., Galarraga S (1999), Inter-Company Supply Chain Integr. via Mobile Agents. *Globalization of Manufacturing in the Digital Comm. Era of the 21st Century*, Ed. Kluwer .
- CORBA, 2001- <http://www.corba.com/>
- Camarinha-Matos, L.M.; Afsarmanesh, H. (1999), The VE Concept. *Infrastructures for VE – Networking*

- Industrial Enterp.*, Eds. L.M. Camarinha-Matos and H.Afsarmanesh *Enterp.*, Kluwer Academic Pub, pp.3-14.
- Dasgupta P., Narasimhan N., L.E. Moser, Melliar-Smith, P.M (1999). MAGNET: Mobile Agents for Networked Electronic Trading. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*,
- Fukuda, M. (1997). MESSENGERS: Distributed Programming Using Mobile Autonomous Objects. *Journal of Information Sciences*.
- Jennings, N. (1994). Cooperation in Industrial Multi-Agent Systems. *World Scientific Series in Computer Science (Vol. 3)*. World Scientific Publishing Co.
- Kotz D., Gray R. (1999). Mobile Code: The Future of the Internet. *Proceedings of the Workshop on Mob.Agents in the Context of Competition and Cooperation at Autonomous Agents, Seattle, USA*.
- Malone, T., Smith S. (1998). Modeling the Performance of Organizational Structures. *International journal on Operations Research*, Vol. 36, pág. 421-437.
- MASSIVE (2000), <http://centaurus.dee.fct.unl.pt/~massive>.
- Papaianou T., Edwards J. (1999). Manufacturing Systems Performance and Agility: Can Mobile Agents Help? *Special Ed. of Integrated Computer-Aides Eng.*
- Rabelo R. J., Spinosa L.M. (1997) Mobile-agent-based Supervision in Supply Chain Management in the Food Industry. *AGROSOFT 9*. - Belo Horizonte.
- Rabelo R. J., Klen A. P., Spinosa L. M., Ferreira A. C. (1998a). Agile Supply-Chain Coord. in the Virtual Enterprise. *4th IFAC/IFSA Brazilian Symposium on Intelligent Automation - SBAI'99, São Paulo, SP*.
- Rabelo R.J.; Klen A.P., Ferreira A.C. (2000a). For a Smart Coordination of Distributed Business Processes. *BASYS 2000 –Int. Conf. On Information Technology for Balanced Automation Syst. in Prod. and Transp.*
- Rabelo R.J., Afsarmanesh H., Camarinha-Matos L.M. (2000b). Federated Multi-Agent Scheduling in Virtual Enterprises. *E-Business and Virtual Enterprises*, Eds. L.M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, Kluwer Academic Pub., pp. 145-156.
- Rabelo, R. J.; Vallejos, R.V. (2001), A Semi-Automated Brokerage for a Virtual Organization of Mould and Die Industries in Brazil. A ser apresentado na IFIP Conf. on E-Commerce, E-Business, E-Government, Zurique, Suíça.
- Spinosa, L. M.; Rabelo, R. J.; Klen, A. P. (1988) , High-Level Coord. of Business Processes in a Virtual Enterprise. *Globalization of Manufacturing in the Digital Communications Era of the 21st Century*, Eds. Jacucci, G., Olling, G.J., Preiss, K. and Wozny, M., Kluwer Academic Pub. pp. 725-736.
- Szirik, N.B.; Goossenaerts J.B.M (1999), Mobile Agent Support for Tracking Products in VE. *Agents for Electronic Commerce and Managing the Internet-Enabled Supply Chain*. Seattle, Washington.
- TAO, 2001- <http://www.cs.wustl.edu/~schmidt/TAO.html>
- Vieira, W. J. (2000), Agentes Móveis Adaptáveis para Operação Remota. Tese de doutorado, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- XML – <http://www.xml.org>, <http://w3.org/xml>