

DIRETRIZES PARA MODELO BASEADO EM AGENTES PARA NEGOCIAÇÃO COM FORNECEDORES DE TRANSPORTE EM UMA EMPRESA VAREJISTA BRASILEIRA

Thomas Edson Espíndola Gonçalves
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Av. Professor Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE
thomasgoncalo@yahoo.com.br

Danielle Costa Moraes
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Av. Professor Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE
daniellemoraes@yahoo.com.br

RESUMO

O gerenciamento da cadeia de suprimento tem papel importante ao influenciar a lucratividade e o nível de serviço para o comércio varejista. A seleção de fornecedores, por sua vez, influencia os resultados que determinada cadeia pode ter. Na busca por acordos, a realização de negociações entre os membros da cadeia é um fator inerente a este processo de seleção. Considerando esta situação, a utilização de agentes inteligentes para automatizar o processo é uma importante ferramenta para buscar soluções para os problemas. Assim, este trabalho tem como objetivo fornecer diretrizes para elaboração de um modelo de negociação baseada em agentes para tratar do problema de seleção de fornecedores de um importante varejista brasileiro. São propostos: a arquitetura do sistema multiagentes, o procedimento a ser seguido e o protocolo de negociação, de maneira a se fornecer subsídios para a implementação.

PALAVRAS CHAVE. Seleção de fornecedores, Negociação baseada em agentes, Mercado varejista.

Área principal: ADM – Apoio à Decisão Multicritério

ABSTRACT

Supply chain management has important role in influencing profitability and service level in retail market. Supplier selection, in turn, influences the results that given chain can have. The negotiations process between agents is inherent to the supplier selection process, in the search for agreements. Considering this situation, an important tool involves the use of intelligent agents to automate the process. These software agents are involved seeking solutions to problems. This work aims to provide guidelines for the preparation of a negotiation model based on agents to deal with supplier selection problem of a Brazilian major retailer. Are proposed: the architecture of multi-agent system, the procedure to be followed and the negotiation protocol, thereby to provide support for implementation.

KEYWORDS. Supplier selection. Agent-based negotiation. Retail market.

Main area: ADM – Apoio à Decisão Multicritério

1. Introdução

O setor varejista é caracterizado pela agressiva competição entre os diversos concorrentes que atuam no mercado. Dentre os critérios que definem a escolha de um cliente por uma determinada empresa, o custo apresenta um papel representativo. Este panorama fica ainda mais claro quando se analisa o padrão competitivo na área de lojas de departamento e supermercados. Neste contexto, há uma demanda cada vez maior de eficiência nos processos realizados pelas empresas, de maneira a se prestar um serviço aceitável ao cliente, considerando os aspectos financeiros envolvidos. Soma-se a isso o fato da participação do setor de serviços ter apresentado queda de 1,8% no ano de 2014, segundo dados do IBGE, sendo esta a primeira queda desde 2009.

De acordo com Gonçalo e Alencar (2014), o mercado de varejo é caracterizado pela forte concorrência entre as várias entidades. As empresas estão cada vez mais reduzindo suas margens de lucro, oferecendo assim produtos a um preço inferior aos seus clientes. Esta tendência requer um aumento da eficiência da cadeia de suprimentos do varejista, o que implica em um melhor relacionamento entre os diversos agentes da cadeia de abastecimento. Yu & Wong (2015) complementam, ao afirmar que a competição deixou de ser apenas entre empresas e passou a ser entre cadeias de suprimento. Além disso, as cadeias mostram-se cada vez mais complexas e diversificadas, o que aumenta a necessidade de uma gestão eficiente.

Para Osman e Demirli (2010), aumentar a eficiência dos parceiros na cadeia de suprimentos se torna o maior requisito de sucesso para qualquer cadeia, de acordo com a natureza altamente competitiva no atual mercado global. Essa necessidade leva os tomadores de decisão a buscar a reconfiguração de suas cadeias de suprimento, buscando melhor desempenho de seus parceiros. Ilie-Zudor e Monostóri (2009) complementam ao afirmar que o desenho de uma cadeia de suprimentos eficiente influencia fortemente o nível de incerteza que a companhia enfrenta.

Fica claro que o processo de seleção de fornecedores apresenta um importante papel no desempenho de uma cadeia de suprimento, especialmente quando se trata de uma cadeia varejista. Selecionar fornecedores adequados pode trazer vantagens competitivas a uma determinada empresa em relação aos seus concorrentes.

Segundo Saen (2007), seleção de fornecedores é o processo no qual fornecedores são inspecionados, avaliados, e escolhidos para eventualmente tornar-se parte da cadeia de suprimentos de uma organização. Ho, Xu e Dey (2010) apontam que existe a tendência da manutenção de relações de parcerias em longo prazo entre as empresas e os seus fornecedores e do uso de cada vez menos fornecedores mais confiáveis. Kahraman, Cebeci e Ulukan (2003), por sua vez, afirmam que o objetivo da seleção de fornecedores é identificar os fornecedores com maior potencial de atender consistentemente as necessidades da organização com um menor custo, ou seja, se esse fornecedor se adapta à estratégia da empresa.

Para Ramanathan (2007), a seleção destes envolve muito mais que simples análises de preços, e as escolhas irão depender de uma ampla gama de fatores, tanto quantitativos, como qualitativos. Tais características ressaltam o caráter multicritério inerente ao processo de seleção de fornecedores. De acordo com Vincke (1992), a análise de apoio à decisão multicritério tem como objetivo fornecer ferramentas para tratar problemas de decisão, quando existirem pontos de vista diferentes e, muitas vezes contraditórios, que devem ser considerados.

De acordo com Yu e Wong (2015), o processo de seleção de fornecedores pode, também, demandar a solução de conflitos entre o contratante e os candidatos a fornecedor, quanto a detalhes dos produtos ou serviços. Assim, a negociação está presente no processo de seleção de fornecedores para tratar estes pontos de discordância entre os envolvidos. Através da negociação, as organizações podem discutir pontos de interesse e buscar soluções para questões que surjam durante o processo de seleção de fornecedores.

Renna e Argoneto (2010) afirmam que o desenvolvimento da tecnologia de comunicação e informação está modificando a maneira como as organizações fazem negócio, especialmente para o de *Business-to-Business* (B2B). Observa-se, neste contexto, forte demanda para se facilitar o processo de negociação realizado entre empresas. A utilização de agentes

inteligentes surge como alternativa para incrementar o relacionamento entre as organizações e buscar melhores soluções.

Para Lee et al. (2009), agentes comunicam-se de maneira a atender melhor suas próprias metas ou metas do sistema onde existem. Comunicação pode permitir aos agentes coordenar suas ações e comportamento, resultando em sistemas mais coerentes envolvendo: Coordenação, Cooperação, Competição e Negociação.

Segundo Pruitt (1981), negociação é o processo no qual uma decisão conjunta é tomada por duas ou mais partes. As partes inicialmente verbalizam as demandas contraditórias e então buscam acordos através de concessões e busca por novas alternativas. Aknine (2012) destaca que a negociação geralmente envolve vários participantes com interesses comuns e/ou conflitantes em um item ou serviço. Neste processo, cada agente um papel dentre o conjunto de papéis definidos. A negociação baseada em agentes envolve a utilização destes agentes para desempenhar as atividades necessárias durante a negociação, representando os diversos agentes envolvidos.

Assim, este artigo tem como objetivo propor diretrizes para um modelo de negociação baseada em agentes com o intuito de se facilitar o processo seleção de fornecedores de transporte em um Centro de Distribuição (CD) de uma importante empresa varejista brasileira, considerando-se as restrições do próprio varejista, dos clientes atendidos (lojas) e das transportadoras. Para tanto, é realizada análise do processo de seleção atual da organização, levantamento das restrições relevantes, proposição de arquitetura do sistema de multiagentes, procedimento de negociação e protocolo de negociação inicial.

Na seção 2, o tema negociação baseada em agentes é discutido, com intuito de se considerar os conceitos necessários para a compreensão do tema. Na seção 3, o panorama de atuação da empresa é considerado, com ênfase no processo de seleção de fornecedores de transporte. Na seção 4, as diretrizes para elaboração do modelo de negociação baseada em agentes são apresentadas, incluindo discussão acerca da arquitetura, procedimento e protocolo de negociação. Na seção 5, têm-se a discussão dos resultados obtidos e da possibilidade de implementação de modelo baseado nas diretrizes propostas e, por fim, na seção 6, têm-se as considerações finais deste estudo.

2. Negociação baseada em agentes

De acordo com Wooldridge e Jennings (1995), o conceito de agente tornou-se importante para a área de Inteligência Artificial (IA) e ciência da computação. Agentes inteligentes são indivíduos autônomos que possuem as seguintes propriedades:

- Autonomia: Agentes operam sem a intervenção de humanos;
- Habilidade social: Agentes podem cooperar com outros agentes, e possivelmente com humanos, através de alguma linguagem de comunicação entre agentes;
- Reatividade: Agentes percebem o seu ambiente e responde em tempo real às mudanças que ocorrem nele;
- Pró-atividade: Agentes não apenas agem em resposta ao ambiente, mas podem apresentar habilidade para exibir um comportamento orientado a metas tomando própria iniciativa.

Para Liu et al. (2011), os componentes básicos de um agente geralmente incluem sua facilidade racional de atingir certas metas, uma base de conhecimento sobre seu ambiente e funções de comunicação para interagir com outros agentes. Para atingir metas, os agentes usam este conhecimento para raciocinar sobre seu ambiente e o comportamento dos demais agentes, gerar planos e executá-los.

Nissen e Sengupta (2006) afirmam que a tecnologia de agentes pode automatizar a execução de tarefas complexas e vem sendo apontada como uma tecnologia para tomada de decisão baseada em computador em *procurement*. De acordo com Huang et al. (2010), em uma negociação automatizada, agentes inteligentes são utilizados para se atingir os objetivos da negociação. Ou seja, os agentes preparam propostas e avaliam ofertas no lugar das partes que estes representam, com o objetivo de maximizar os benefícios obtidos pelos usuários.

Kim e Cho (2010), por sua vez, apontam que a tecnologia de sistemas multiagente

facilita a integração de toda a cadeia de suprimento constituída por uma rede interligada onde cada componente utiliza seu próprio procedimento de tomada de decisão. Para Ilie-Zudor e Monostóri (2009), os agentes se comunicam de maneira a atender melhor suas próprias metas ou metas do sistema no qual eles existem. Comunicação pode possibilitar que os agentes coordenem seus atos e comportamento, resultando em sistemas mais coerentes.

Kim e Cho (2010) apontam que o uso de agentes de software para gestão da cadeia de suprimento vem sendo investigado por inúmeros estudiosos. Os benefícios dessa utilização vêm sendo reconhecidos em uma grande quantidade de aplicações incluindo seleção de fornecedores.

Diversos estudos acerca do uso de sistemas multiagentes em seleção de fornecedores vêm sendo realizados. Lee et al (2009) trata do desenvolvimento de um sistema de *procurement* para aumentar a inteligência de negócio; Yu e Wong (2015) propõem um modelo para negociação baseada em agentes para seleção de fornecedores de múltiplos produtos com efeito de sinergia. Ren e Zhang (2014) tratam do desenvolvimento de um modelo para negociação barganha de agentes em mercados eletrônicos dinâmicos. Sun, Zhao e Wang (2012) propõem uma abordagem de multiagentes para lidar com incerteza do processo de compras. Long (2014) propõe uma estrutura baseada em agentes para o desenvolvimento de uma cadeia de suprimentos virtual.

De acordo com Lee et al. (2009), Os sistemas de *procurement* baseados em agentes são compostos por três componentes: Repositório de dados, módulo de inteligência de negócio e agentes de *procurement*. O primeiro armazena os dados corporativos e compartilhados com fornecedores e clientes. O segundo, através de OLAP (*On-Line Analytical Processing*) e seu processamento analítico e interativo de dados, apoia a organização na definição de sua demanda. E, por fim, os agentes de software realizam as transações necessárias.

Segundo Faratyn, Sierra e Jennings (1996), basicamente deve-se considerar três áreas na pesquisa em negociação: Objetos de negociação, que inclui a gama de pontos sobre os quais um acordo deve ser feito; Protocolos de negociação, que inclui as regras que guiam as interações entre os diversos agentes; e Modelos de tomada de decisão dos agentes, que direciona os agentes para a obtenção da solução.

Para Yu & Wong (2015), A arquitetura do Sistema multiagente é estabelecida para implementar o modelo de negociação para seleção de fornecedores. O modelo deve incluir agentes de software que representam as várias partes e funções envolvidas no processo de negociação entre comprador e fornecedores. O protocolo de negociação, por sua vez, governa a interação entre os agentes envolvidos no processo de negociação, sendo composto por um protocolo híbrido de leilão combinatório e barganha multi-bilateral.

De acordo com Yu e Wong (2015), os modelos de negociação baseada em agentes geralmente são estudados com base em duas suposições: Cada produto é negociado independentemente e os efeitos de sinergia não são considerados. Este trabalho pretende realizar a avaliação quando há mais de um produto sendo negociado, sujeito a diversas restrições de todos os agentes envolvidos.

Na seção a seguir as diretrizes para elaboração do modelo de negociação baseada em agentes são propostas.

3. Descrição do problema

A empresa em estudo atua no segmento de lojas de departamento, com alcance nacional e tradição no mercado de varejo nacional. A empresa trabalha com mais de 60.000 SKUs, o que torna a logística da organização bastante complexa. Para atender a cada uma de suas lojas, que já ultrapassaram a marca de 900 em 300 cidades no país, a empresa conta com três CDs, cada um responsável por uma parte das lojas da rede.

O foco deste estudo envolve do processo de negociação inerente à seleção de transportadoras realizada pelo CD responsável pelo atendimento de mais de 110 lojas situadas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, atendendo uma imensa área geográfica. O processo de seleção de fornecedores para atender a estas demandas é realizado pelo CD de maneira independente da sede da empresa, respeitando limites orçamentários definidos por esta.

Devido à elevada competitividade do setor, existe forte interesse em redução do custo de transporte dispendido pela empresa. Por outro lado, o CD precisa enviar mercadorias a cada uma destas lojas com uma determinada frequência, a depender do porte da loja e da distância que esta fica do depósito. Tal frequência é necessária devido à necessidade de se manter as lojas abastecidas e evitar perdas de clientes para concorrentes. Além do canal direto de abastecimento, há, ainda, o canal reverso para centralizar a coleta de produtos com defeitos, obsoletos e/ou devolvidos por clientes. Fica clara a necessidade de que a seleção de fornecedores seja realizada com base na consideração de múltiplos critérios. A Figura 1 representa graficamente o funcionamento logístico da organização, com foco na visão dos CDs.

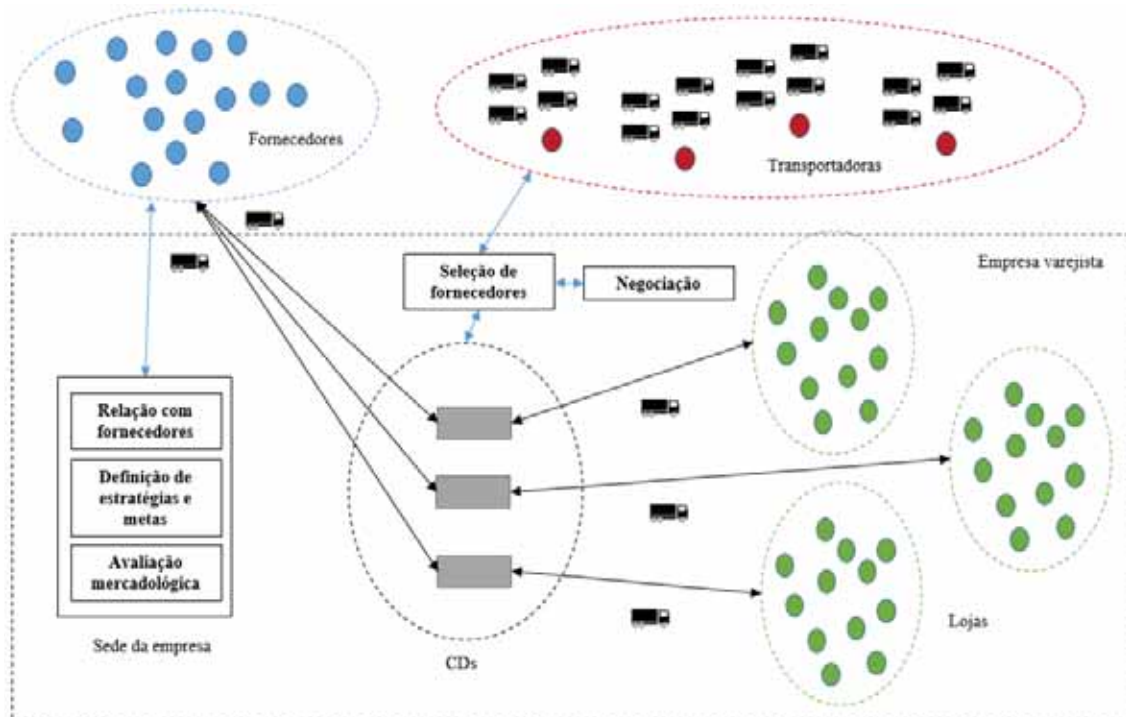


Figure 1. Panorama de distribuição a partir do Centro de Distribuição para o Varejo

Em linhas gerais, a sede da empresa é responsável por realizar a análise mercadológica e, com base nas estratégias e metas pré-definidas, realiza os pedidos aos fornecedores. As mercadorias são entregues nos CDs pelos fabricantes. No CD, as mercadorias são recebidas, armazenadas, separadas e expedidas para as lojas conforme demanda. O transporte destas é realizado por transportadoras contratadas. As mercadorias entregues às lojas são, então, vendidas ao cliente final.

No que se refere ao processo de seleção de fornecedores, existem diversas restrições que devem ser consideradas, sendo estas relacionadas a cada um dos três agentes envolvidos no processo de seleção. A Tabela 1 sumariza as restrições importantes para o processo de seleção:

Tabela 1. Restrições importantes para o processo de seleção de transportadoras

Restrições dos fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições relacionadas a praças; • Restrições de compartilhamento; • Restrições de tipo de veículo fornecido; • Restrições de distância; • Restrições de logística reversa; • Restrições financeiras e de viabilidade.
Restrições dos clientes (lojas)	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições ao tipo de veículo; • Restrições de tamanho de veículo; • Restrições de horário;

	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições de compartilhamento (devido a horário).
Restrições do Centro de Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições financeiras; • Restrições de frequência de abastecimento; • Necessidades específicas de cargas especiais; • Restrições de compartilhamento.

A seleção das transportadoras é realizada por um dos gerentes de operação da empresa, com o suporte de um analista de logística. Atualmente, a seleção é realizada de maneira pouco estruturada, com ênfase em avaliações financeiras das propostas oferecidas pelas transportadoras pré-selecionadas. Neste contexto, a experiência do gestor na área é o principal recurso utilizado, não se utilizando ferramentas mais robustas de apoio à decisão. Dessa forma, o pedido diário de veículos para atender a demanda do CD é realizado com base na expertise do gestor.

Basicamente, os contatos entre o CD e as transportadoras são realizados através de e-mails e reuniões, com trocas de planilhas. Assim, existe um importante risco de problemas resultantes de um processo de seleção com poucos controles e sujeito a processamento de dados realizados por seres humanos. Na figura 2, o processo de seleção é representado enfatizando-se o papel de cada parte:

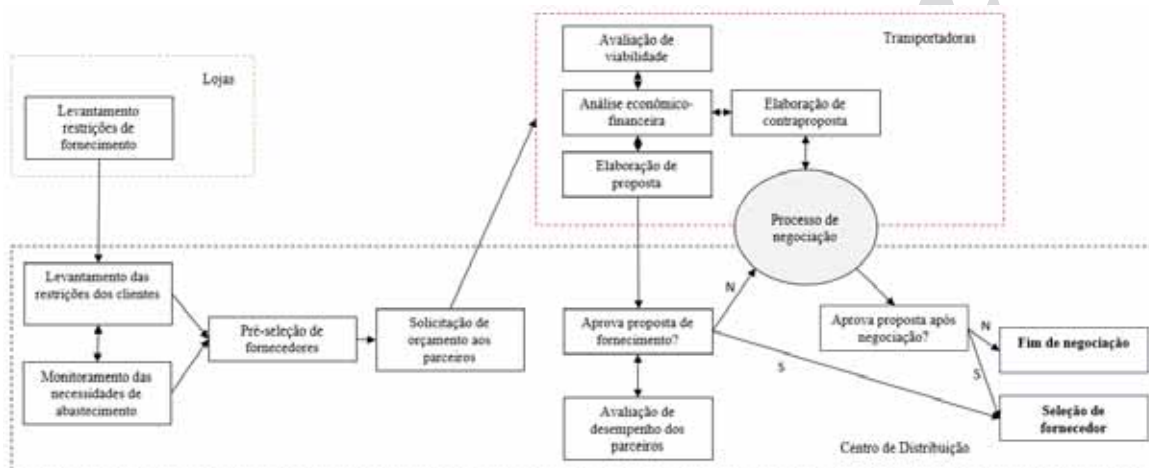


Figura 2. Representação do processo atual de seleção de fornecedores

O processo se inicia quando há alguma mudança no procedimento de recebimento, inauguração de nova loja ou a necessidade de reavaliação dos fornecedores. Inicialmente são levantadas as restrições das lojas em relação ao fornecimento. Estas informações são encaminhadas ao CD, que mantém controle destas através de planilhas eletrônicas. Em paralelo ao mapeamento de restrições, o CD realiza monitoramento de necessidades de abastecimento. Existe um calendário já determinado de inauguração de novas lojas, dentro da estratégia de expansão da companhia. A partir do levantamento das necessidades, a empresa realiza pré-seleção de fornecedores com base em pré-requisitos que a empresa candidata precisa atender para se tornar fornecedor. Em seguida, são solicitados orçamentos, através de e-mail, para o atendimento às lojas. Neste ponto, consideram-se as possibilidades de compartilhamento de lojas e outras restrições do próprio CD.

A partir daí, os candidatos a fornecedor realizam sua avaliação interna para elaboração de propostas. Após avaliação de viabilidade e análise econômico-financeira, o candidato elabora proposta e envia ao CD. Quando a transportadora não tem interesse em determinada praça, é comum a elaboração de proposta com preços exorbitantes para estas, o que desencoraja o CD a alocar aquela praça ao fornecedor. Em seguida, o CD realiza a avaliação das propostas de

fornecimento, considerando também dados os resultados da avaliação de desempenho daqueles parceiros que já atuam na organização. Caso a proposta seja aceita, o fornecedor segue no processo de seleção. Caso seja negada, o processo de negociação se inicia.

No processo de negociação há uma troca de propostas e contrapropostas entre o CD e os fornecedores pré-selecionados acerca dos pontos de discordância entre eles. Caso a negociação chegue a um acordo positivo, o fornecedor segue no processo de seleção. Caso o acordo não seja atingido ou o prazo para negociação seja ultrapassado, a negociação é interrompida. Neste contexto, o CD irá considerar a última proposta oferecida pelo fornecedor para selecionar fornecedor. Assim, as propostas apresentadas por cada transportador são avaliadas e aquele que possui melhor proposta é selecionado para atender determinada loja ou pacote de lojas.

Outra dificuldade envolve selecionar e alocar os fornecedores ao atendimento das praças, respeitando todas as restrições existentes e facilitando o processo de negociação entre os diversos agentes existentes.

A seguir são discutidas as diretrizes para elaboração do modelo de negociação baseada em agentes para tratar o problema.

4. Diretrizes para elaboração de modelo baseado em agentes para negociação com parceiros logísticos de empresa varejista

O modelo proposto foi baseado no modelo criado por Yu & Wong (2015), que propuseram um modelo de negociação baseada em agentes para seleção de fornecedores de múltiplos produtos, considerando efeitos de sinergia entre estes. Busca-se adaptá-lo às particularidades inerentes ao processo de seleção de transportadores no contexto do varejo. Assim, nesta seção são apresentadas diretrizes para elaboração do modelo de negociação baseada em agentes, que inclui a proposta de uma arquitetura do sistema de multiagentes, o procedimento para a seleção de fornecedores e negociação; e o protocolo de negociação.

Tal modelo deverá considerar todas as restrições das partes envolvidas no processo de seleção, apresentados na Tabela 1. A questão em análise refere-se a seleção de parceiros estratégicos para atender demanda de abastecimento de clientes logísticos respeitando as restrições, aspectos financeiros e estratégicos da organização.

Na seção a seguir a arquitetura do sistema de multiagentes é proposta:

4.1. Arquitetura do sistema de multiagentes:

De maneira a se buscar a automatização dos processos de seleção e negociação entre o contratante e as transportadoras é proposta a criação de cinco classes de agentes que possuem funções específicas e podem representar cada uma das partes envolvidas no processo. A Tabela 2 sumariza os agentes propostos e suas funções no processo de negociação baseada em agentes:

Tabela 2. Agentes propostos para o sistema de multi-agentes

Rótulo	Agente	Atividades desempenhadas
AL	Agentes de loja	<ul style="list-style-type: none"> Mapeia restrições de fornecimento que as lojas possuem.
AC	Agente de Coordenação	<ul style="list-style-type: none"> Controla as interações entre outros agentes; Criar Agentes do CD (ACD) para cada Agente de transportadora (AT); Configura as estratégias de negociação para instâncias do ACD. Seleciona os fornecedores mais adequados para cada pacote com base no processo de negociação.
AD	Agente Decompositor	<ul style="list-style-type: none"> Mapeia restrições do CD e das lojas relacionadas ao fornecimento. Gera os agrupamentos (pacotes) de lojas a serem atendidas.
ADL	Agente Decompositor de Lojas	<ul style="list-style-type: none"> Mapeia e consolida as restrições das lojas relacionadas ao fornecimento.

Rótulo	Agente	Atividades desempenhadas
ACD	Agentes do CD	<ul style="list-style-type: none"> Representa o CD no processo de barganha com os ATs.
AT	Agente das transportadoras	<ul style="list-style-type: none"> Representa os fornecedores de transporte no processo de barganha com os ACDs.

Os ALs representam os clientes logísticos no processo, colhendo as restrições de cada loja em um padrão que possa ser processado pelo sistema de multiagentes. Assim, cada loja, insere suas restrições no sistema, para que sejam consideradas na análise. O ADL recebe as informações coletadas pelos ALs e realiza a consolidação de restrições das mesmas. Tal informação é encaminhada para o AD, que agrupa as restrições das lojas às restrições do CD e cria os pacotes de lojas, representando grupos de lojas que podem ser atendidas pelo mesmo fornecedor e para o qual há possibilidade de compartilhamento de cargas. Em seguida os ACDs são criados para cada AT. Salienta-se que o procedimento proposto considera que a pré-seleção de fornecedores já foi realizada. Assim, são criados TAs apenas para aqueles transportadores que atendem aos requisitos mínimos da empresa.

Os ACDs irão considerar as informações fornecidas pelo AD, bem como as estratégias de negociação do CD. Ocorre então, a interação e a barganha entre os ACDs e os ATs, que representam os transportadores no processo. Uma vez atingido acordo ou o prazo de negociação seja encerrado sem consenso, o processo é encerrado e encaminhado ao AC, que realiza a avaliação das propostas e aponta a melhor configuração para o CD. Todo o processo é intermediado pelo AC, que é responsável pela criação e comunicação entre os agentes. Tal contexto é mostrado na Figura 3:

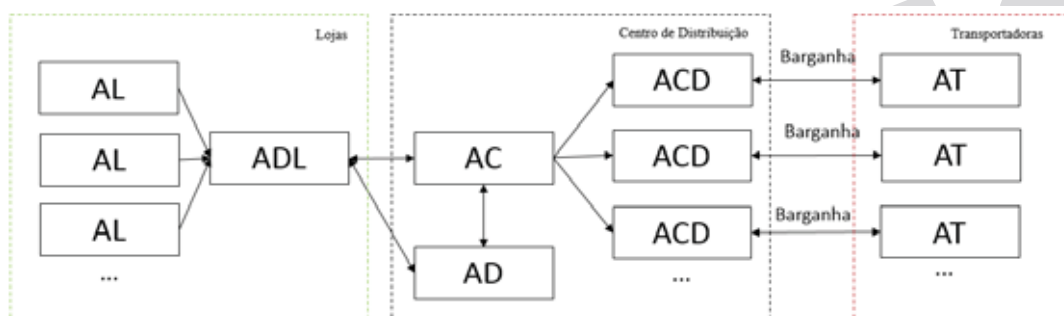


Figura 3. Arquitetura preliminar para o sistema de multi-agentes

A avaliação das propostas apresenta-se com uma característica de problema de apoio à decisão multicritério, pois deverão ser considerados aspectos relacionados não somente ao custo do serviço, mas também aspectos relacionados às restrições das lojas e do CD. Na seção a seguir o procedimento para seleção de fornecedores é apresentado e discutido:

4.2. Procedimento de negociação:

O procedimento estabelece as fases que serão seguidas durante o processo de seleção de fornecedores, incluindo o processo de barganha entre os fornecedores e o contratante. O modelo está expresso na Figura 4.

Em relação ao processo de barganha o ACD solicita proposta de cada um dos transportadores para determinado lote de lojas a serem atendidas. O TA, então, prepara uma proposta inicial de fornecimento para os lotes oferecidos, podendo informar quando não houver interesse em algum dos lotes. Geralmente, quando uma transportadora não tem interesse suficiente em uma determinada praça, esta oferece uma proposta com preço frete altíssimo, muitas vezes acima do que é oferecido no mercado, com o intuito de desencorajar o CD a lhe alocar determinadas praças. Ocorre, então, o processo de barganha entre o CD e cada uma das transportadoras. O ACD elabora uma contraproposta, considerando as restrições do varejista e a estratégia de negociação previamente cadastrada, e envia ao TA. Este avalia a contraproposta

recebida e prepara novas ofertas que são encaminhadas para o ACD. O procedimento de negociação se encerra quando um acordo entre as partes é atingido quanto aos lotes negociados ou quando o prazo final para a negociação é encerrado. Os resultados são, então, informados ao AC que realiza a avaliação e seleção de fornecedores. O AC é, também, responsável por coordenar todo o fluxo de informações entre os agentes no sistema de multiagentes.

Na fase de seleção de fornecedores, o AC avalia as diversas propostas recebidas das transportadoras com base em análise de múltiplos critérios para se selecionar os fornecedores adequados para cada pacote de lojas, como objetivo de ordenar os fornecedores para cada pacote. Para tal atividade, o AC deve utilizar algum método de apoio à decisão multicritério, alimentado pelo decisor, para operacionalizar a seleção e alocação dos fornecedores às demandas. Gonçalo e Alencar (2014) propõem um modelo para seleção com a utilização dos métodos PROMETHEE II e PROMSORT para tratar o problema da organização.

De acordo com exposto no estudo de Gonçalo e Alencar (2014), os critérios considerados especificamente pela empresa para selecionar fornecedores são: variedade de áreas atendidas, variedade de veículos oferecidos, frequência de atendimento (obtido a partir do processo de avaliação de desempenho dos fornecedores, quando possível), Velocidade de atendimento, capacidade para logística reversa, qualidade de relacionamento interpessoal, conservação dos veículos e fornecimento de matéria-prima.



Figure 4. Procedimento proposto para negociação baseada em agentes no processo de seleção de fornecedores para CD

Na seção seguinte são apresentadas diretrizes para elaboração do protocolo de negociação para o caso em estudo.

4.3. Protocolo de negociação:

Através do protocolo de negociação é possível observar como ocorre o fluxo de informações entre os diversos agentes de software durante o processo de seleção de fornecedores, conforme pode ser observado na Figura 5.

Conforme discutido anteriormente, após determinado tempo de coleta de dados e

processamento, os diversos ALs existentes enviam informações acerca das restrições para o ADL. Este, por sua vez, realiza o mapeamento e a consolidação das restrições para, em seguida, enviar as informações para o AC, que as encaminha para o AD. Este, por sua vez, considera as restrições do CD ao elaborar os pacotes (*clusters*) de lojas, que serão oferecidos aos transportadores. Com base nas informações recebidas pelo AD e nas estratégias de negociação do CD, o AC cria um ACD para cada AT. Enquanto o ACD representa o CD no processo, os ATs representam as transportadoras, considerando as restrições destas em relação aos pacotes de lojas oferecidos. Ocorre, então, a troca de propostas entre os ACDs e ATs, que pode ocorrer várias vezes, dentro do prazo de negociação. Ao fim do processo de barganha, cada ACD informa o resultado da negociação para o AC, que realiza a avaliação das propostas e aponta a melhor configuração de abastecimento. Salienta-se que o processo considera apenas fornecedores já pré-selecionados.

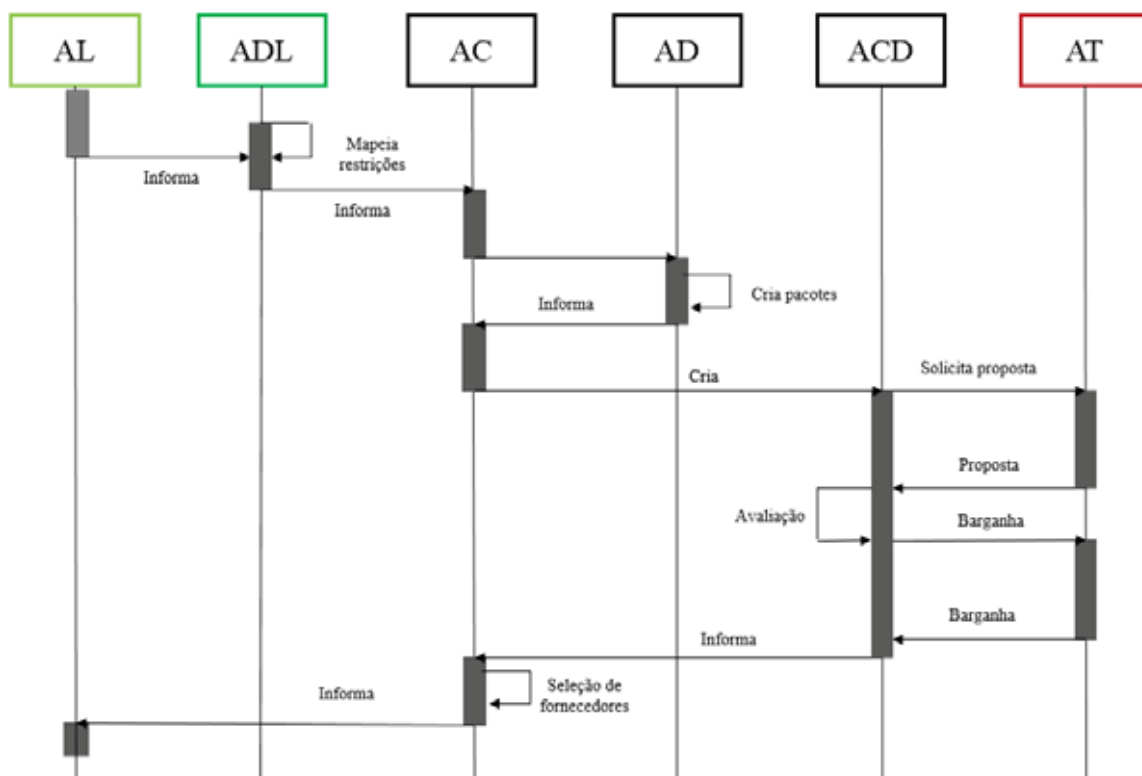


Figura 5. Protocolo de negociação para seleção de fornecedores

A partir desta proposta, o próximo passo da pesquisa envolve operacionalizar o protocolo, incluindo toda a formulação matemática necessária, de maneira a se aplicar o modelo de negociação multiagentes ao caso investigado.

5. Discussão dos resultados

Os processos de seleção de fornecedores e de negociação realizados pelo varejista em estudo ocorrem de maneira pouco estruturada, baseando-se em julgamentos de valor do gestor envolvido. Neste contexto, decisões prejudiciais à organização podem ser tomadas, o que pode acarretar prejuízo para a organização. Tais decisões podem decorrer de falhas no processamento de dados, dada a capacidade limitada do ser humano e, até mesmo, por aspectos subjetivos, que envolvem simpatia ou antipatia em relação a outra pessoa envolvida no processo de negociação. Assim, pode-se selecionar determinado fornecedor através de aspectos sociais, ignorando propostas melhores tecnicamente, mas apresentadas de maneira pouco eficiente;

Neste contexto, a utilização de agentes inteligentes pode trazer ganhos significativos

para os envolvidos nos processos de seleção e negociação, uma vez que a interação neste processo ocorre de maneira automática entre agentes de software configurados para representar as partes envolvidas. Os ganhos que podem ser obtidos envolvem redução do tempo gasto no processo de seleção e negociação; a possibilidade de consideração de uma maior quantidade de dados, não estrita à capacidade de processamento da mente humana; e a possibilidade de documentação de todo o processo, trazendo lisura e transparência a este. Além disso, com os avanços cada vez maiores em comunicação, a utilização de operações baseadas em agentes ganha ainda mais potencial.

No âmbito das diretrizes propostas, inicialmente foi proposta a arquitetura do sistema de multiagentes. São apresentados, então, os agentes que representarão os clientes logísticos, a empresa contratante e os candidatos a fornecedor, incluindo os agentes que fazem a coordenação do processo.

O procedimento a ser seguido para negociação baseada em agentes foi, então, proposto de maneira a se definir como ocorre todo o processo de seleção, que inclui as etapas de negociação. É possível observar, também, como ocorre o processo de barganha na troca de propostas entre o CD e os transportadores.

Complementarmente, o protocolo de negociação é apresentado, enfatizando como ocorre a interação entre os agentes previamente definidos, bem como o papel que cada um exerce no processo de seleção e negociação.

Através da proposição da arquitetura, procedimento e protocolo estabelecem-se o primeiro passo para elaboração do modelo de negociação baseada em agentes. A partir daí, pretende-se definir os demais requisitos para aplicação do modelo no suporte à decisão em seleção de fornecedores.

6. Considerações finais

O setor varejista é caracterizado pela extrema competição entre os concorrentes, buscando oferecer produtos com o menor preço possível atraindo-se, assim, clientes. Neste contexto, o gerenciamento da cadeia de suprimentos surge como um importante papel no sucesso ou insucesso de uma empresa varejista no mercado. O processo de seleção de fornecedores, por sua vez, apresenta um papel crítico nos resultados obtidos nas cadeias de suprimento. Selecionar o fornecedor adequado torna-se um pré-requisito para se obter bons resultados nos mais diversos contextos. Nesse sentido a utilização de ferramentas para apoiar esta decisão ganha cada vez mais atenção na literatura e nas organizações. Inerentemente ao processo de seleção, ocorre a necessidade de realização de negociação entre os diversos agentes para solucionar pontos de interesse que possam surgir durante o processo de seleção de fornecedores. A negociação baseada em agentes surge como importante ferramenta para automatizar o processo de negociação, o que pode trazer ganhos para todos os envolvidos no processo de seleção.

A empresa varejista em estudo tem o interesse de selecionar fornecedores de transporte e alocar as demandas de transporte à cada loja da rede respeitando restrições das transportadoras, do Centro de Distribuição e dos clientes (lojas). Através do modelo que está sendo desenvolvido com base nas diretrizes propostas neste estudo, espera-se contribuir de maneira significativa para melhorar o processo de seleção de transportadores da empresa.

Este trabalho apresenta os primeiros passos dados para a proposição de um modelo de negociação baseada em agentes para tratar o problema de seleção de fornecedores observado na atuação de um Centro de Distribuição de uma importante rede varejista brasileira, apresentando os agentes que serão utilizados no sistema, a maneira como estes se comunicam e as atividades desempenhadas por cada um deles. A partir da determinação da arquitetura, do procedimento e do esboço do protocolo de negociação para o caso proposto pretende-se elaborar protocolo detalhado de negociação para este processo de seleção, operacionalizando-se o sistema de multiagentes. Em trabalhos futuros pretende-se operacionalizar o protocolo proposto, determinando-se toda a estrutura de métodos, funções e parâmetros a serem utilizados para apoiar o processo de seleção de fornecedores.

Agradecimentos

Este estudo faz parte de um programa de pesquisa financiado pelo Conselho Brasileiro de Pesquisa (CNPq).

Referências

- Aknine, S.** (2012), A multi-agent model for overlapping negotiation, *Group Decision and Negotiation*, 21, 747-790.
- Faratyn, P., Sierra, C. e Jennings, N. R.** (1996), Negotiation decision functions for autonomous agents, *Multi-Agent Rationality*, 24, 159-182.
- Gonçalo, T. E. E. e Alencar, L. H.** (2014), A supplier selection model based on classifying its strategic impact for a company's business results, *Pesquisa Operacional*, 34, 347-369.
- Ho, W., Xu, X. e Dey, P. K.** (2010), Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review, *European Journal of Operational Research*, 202, 16-24.
- Huang, C. C., Liang, W. Y., Lai, Y. H. e Lin, Y. C.** (2010), The agent-based negotiation process for B2C e-commerce, *Expert Systems with application*, 37, 348-359.
- Ilie-Zudor, E. e Monostóri, L.** (2009), Agent-based framework for pre-contractual evaluation of participants in project-delivery supply-chains, *Assembly automation*, 29, 2, 137-153.
- Kahraman, C., Cebeci, U e Ulukan, Z.** (2003), Multi-criteria supplier selection using Fuzzy AHP, *Logistics Information Management*, 16, 6, 382-394.
- Kim, H. S. e Cho, J. H.** (2010), Supply Chain formation using agent negotiation, *Decision Support Systems*, 49, 77-90.
- Lee, C. K. M., Lau, H. C. W., Ho, G. T. S. e Ho, W.** (2009), Design and development of agent-based procurement system to enhance business intelligence, 36, 877-844.
- Liu, Q., Sun, S. X., Wang, H. e Zhao, J.** (2011), A multi-agent based system for e-procurement exception management, *Knowledge-based systems*, 24, 49-57.
- Long, Q.** (2014), "An agent-based distributed computational experiment framework for virtual supply chain network development, *Expert Systems with Application*, 41, 4092-4112.
- Nissen, M. e Sengupta, K.** (2006), Incorporating software agents into supply chains: Experimental investigation with procurement tasks, *MIS quarterly*, 30, 1, 145-166.
- Osman, H. and Demirli, K.** (2010), A bilinear goal programming model and a modified Benders decomposition algorithm for supply chain reconfiguration and supplier selection, *International Journal of Production Economics*, 124, 97-105.
- Pruitt, D. G.,** *Negotiation behaviour*, Academic Press, 1981.
- Saen, R. F.** (2007), A new mathematical approach for suppliers selection: accounting for non-homogeneity is important, *Applied Mathematics and Computation*, 185, 84-95.
- Ramanathan, R.** (2007), Supplier selection problem: integrating DEA with the approaches of total cost of ownership and AHP, *Supply Chain Management: An International Journal*, 12, 4, 258-261.
- Renna, P. e Argoneto, P.** (2010), Production planning and automated negotiation for SMEs: An agent based e-procurement application, *International Journal of Production Economics*, 127, 73-84.
- Ren, F e Zhang, M.** (2014), A single issue negotiation model for agents bargaining in dynamic electronic markets, *Decision Support Systems*, 60, 55-67.
- Sun, S. X., Zhao, J. e Wang, H.** (2012), An agent based approach for exception handling in e-procurement management, *Expert Systems with Application*, 39, 1174-1182.
- Vincke P.** *Multicriteria decision aid*, John Wiley and Sons, New York, 1992.
- Wooldridge, M. e Jennings, N. R.** (1995), *Intelligent agents: theory and practice*, *The Knowledge Engineering Review*, 10, 115-152.
- Yu, C e Wong, T. N.** (2015), An agent based negotiation model for supplier selection of multiple products with synergy effect, *Expert Systems with Application*, 42, 223-237.