

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Informática e Estatística
Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação

**ESTRUTURA DE AGENTES PARA OS
PROCESSOS DE COMPRA E VENDA
UTILIZANDO TOMADA DE DECISÃO DIFUSA**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do grau de mestre em Ciências da Computação

Luiz Fernando Giese

Florianópolis, fevereiro de 1998.

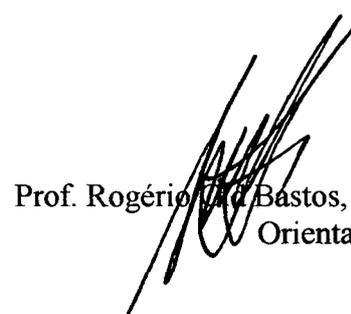
**ESTRUTURA DE AGENTES PARA OS PROCESSOS DE COMPRA
E VENDA UTILIZANDO TOMADA DE DECISÃO DIFUSA**

LUIZ FERNANDO GIESE

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

MESTRE EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

ESPECIALIDADE **INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL** E
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

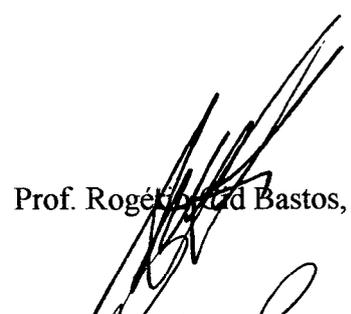


Prof. Rogério de Bastos, Dr.
Orientador



Prof. Jorge Muniz Barreto, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Rogério de Bastos, Dr.



Prof. Roberto dos Santos Pacheco, Dr.



Prof. Luiz Fernando Jacinto Maia, Dr.

*"Nunca andes pelo caminho traçado,
pois ele conduz somente onde outros já foram."
(Alexander Graham Bell)*

*À minha querida e amada Emanuelle,
com todo meu carinho.*

AGRADECIMENTOS

Passou-se muito tempo desde que iniciei meu trabalho. Muitas coisas aconteceram durante esse período, muitas pessoas passaram a fazer parte do meu trabalho e da minha vida, e não é fácil encontrar as palavras certas para agradecer a todas elas.

Talvez o primeiro agradecimento deva ir para a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e para a CAPES por terem proporcionado as condições necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

Os próximos agradecimentos são para o amigo, professor e orientador Rogério Cid Bastos por ter acreditado na minha capacidade e pelos ensinamentos e idéias dados durante o desenvolvimento deste trabalho, e para o amigo e colega Eduardo Kern pela amizade, companheirismo e dedicação com que compartilhou seu conhecimento e tempo, os quais foram importante na elaboração deste trabalho.

Aos professores Luiz. F. J. Maia, Roberto S. Pacheco e Fernando Gauthier pelas contribuições dispensadas à este trabalho.

Ao professor Massanao Ohira, a professora Silvia e aos colegas do grupo de pesquisa do Laboratório de Estatística Aplicada (LEA), agradeço a amizade, a qual tornou o grupo uma família, o incentivo e as idéias.

Ainda há muitos outros a quem eu quero agradecer: Aos professores com quem eu tive o privilégio de conviver nas salas de aula, agradeço o conhecimento transmitido e a amizade. À Verinha e as demais pessoas que fazem parte da secretaria da pós-graduação, agradeço a amizade e a facilidade proporcionada em suas tarefas.

Além dos que participaram do desenvolvimento deste trabalho, muitos outros me ajudaram. Em primeiro lugar, a minha noiva, Emanuelle, que nunca deixou de me apoiar em todos os sentidos. Muitos momentos deixaram de ser aproveitados, muitas coisas deixaram de ser realizadas, devido à distância geográfica que nos separava e o tempo despendido na elaboração deste trabalho.

Tenho de agradecer também aos meus pais Omar e Ivone, aos meus irmãos Carlos, Márcia e Paulo, aos meus sogros Orestes e Mari, aos meus cunhados e amigos, pelo incentivo, carinho e amor.

Finalmente gostaria de agradecer a todas as pessoas, muitas desconhecidas, que gozam a vida e ajudam a construir um mundo melhor. Se eu nunca deixar de acreditar no futuro, terá sido também por causa deles.

RESUMO

Sistemas de Agentes Inteligentes têm apresentado grande aplicabilidade na execução de problemas complexos, onde até então, apenas as pessoas eram capazes de executá-los. Estes sistemas têm sido utilizados com sucesso, em problemas onde é necessário algum grau de autonomia, comunicabilidade e inteligência para a execução das tarefas.

Este trabalho propõe uma Estrutura de Agentes Inteligentes para os Processos de Compra e Venda, os quais trabalham de forma autônoma e inteligente para atingir os objetivos das pessoas e/ou de outros agentes, tornando a execução dos processos de compra e venda mais eficientes e eficazes.

A estrutura proposta utiliza tomada de decisão difusa na avaliação dos produtos, a fim de possibilitar uma avaliação por parte dos agentes mais próxima da realizada pelos seres humanos.

ABSTRACT

Intelligent Agent Systems have been very applied in complex execution problems in which only people could do then. This systems have been used with success, in problems where it's necessary some autonomy degree, communicability and intelligence to execute tasks.

This work proposes an Intelligent Agents Structure to buy and sale process, that in an autonomous and intelligent way reach people purposes and/or other agents purposes, turning the buy and sale process executions more efficient and effective.

The structure proposes use fuzzy decision making to evaluate of product, to make possible to evaluate for agents similar of achieve by humans.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
1.1 Introdução	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Importância do Trabalho	2
1.4 Estrutura do Trabalho	3
2.TEORIA DE AGENTES	5
2.1 Introdução	5
2.2 Inteligência Artificial Distribuída (IAD)	6
2.2.1 Resolução Distribuída de Problemas	8
2.2.2 Sistemas Multi-Agentes	8
2.3 Conceitos Básicos sobre Agentes	9
2.3.1 Entidades	9
2.3.2 Objetos	10
2.3.3 Agentes	10
2.3.4 Agentes Autônomos	10
2.4 Definição de Agentes	12
2.5 Propriedades	14
2.6 Classificações de Agentes	16
2.6.1 Quanto ao Nível de Inteligência	16
2.6.2 Quanto a Tarefa que Executam	17
2.6.3 Quanto a Mobilidade	18
2.6.4 Quanto à Aquisição de Inteligência	18
2.6.5 Quanto a ênfase dada a alguns Atributos Primários	19
2.6.6 Classificação Geral dos Agentes	20

2.7 Arquitetura de Agentes	22
2.7.1 Arquitetura Básica.....	22
2.8 Linguagens de Agentes.....	23
2.8.1 Linguagem de Comunicação de Agentes.....	23
2.8.2 Linguagem de Programação de Agentes	25
2.9 Linguagem de Programação Java.....	26
2.9.1 Características	27
2.9.2 Diferença da Linguagem Java	28
2.9.3 Aplicativos Java	29
2.9.4 Agentes Inteligentes em Java	29
2.10 Aplicações de Agentes.....	29
2.11 Considerações Finais	31
3.AGENTES MÓVEIS	32
3.1 Introdução	32
3.2 Paradigma do Agente Móvel.....	32
3.2.1 Aproximação Corrente	32
3.2.2 Aproximação Nova	33
3.3 Vantagens da Programação Remota sobre a Chamada de Procedimento Remoto.....	35
3.4 Definição de Agente Móvel.....	36
3.5 Conceitos Básicos.....	37
3.5.1 Estado do Agente.....	37
3.5.2 Local.....	37
3.5.3 Sistema de Agente.....	37
3.5.4 Autoridade do Agente	38
3.5.5 Nome do Agente	38
3.6 Características dos Agentes Móveis.....	38
3.6.1 Migração.....	38
3.6.2 Aquisição de Dados.....	39
3.6.3 Determinação do Caminho	40
3.6.4 Comunicação.....	40
3.7 Aplicações de Agentes Móveis.....	42
3.8 Sistemas de Agentes Móveis.....	43
3.9 Concordia.....	45
3.9.1 Arquitetura.....	45
3.9.2 Vantagens do Concordia	48
3.10 Considerações Finais	49

4.PROCESSOS DE COMPRA E VENDA.....	50
4.1 Introdução	50
4.2 Conceito	51
4.3 Processo de Compra	51
4.4 Processo de Venda	53
4.5 Tendências do Comércio	55
4.6 Considerações Finais	57
5.ESTRUTURA DE AGENTES PARA OS PROCESSOS DE COMPRA E VENDA.....	58
5.1 Introdução	58
5.2 Estrutura de Agentes Proposta	59
5.2.1 Agentes do Processo de Compra	61
5.2.2 Propriedades dos Agentes do Processo de Compra	67
5.2.3 Agentes do Processo de Venda.....	67
5.2.4 Propriedades dos Agentes do Processo de Venda	73
5.3 Avaliação dos Produtos	74
5.4 Comunicação entre Agentes.....	77
5.5 Considerações Finais	78
6.IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	79
6.1 Introdução	79
6.2 Protótipo	79
6.3 Sistema de Compras	80
6.3.1 Agente de Interface e Informação	80
6.3.2 Agente de Pesquisa de Fornecedores	84
6.3.3 Agente de Levantamento de Produtos	84
6.3.4 Agente de Avaliação.....	85
6.3.5 Agente de Pedido	85
6.4 Sistema de Vendas.....	87
6.4.1 Agente de Interface e Informação	87
6.4.2 Agente de Pesquisa de Consumidores.....	88
6.4.3 Agente de Propaganda.....	88
6.4.4 Agente de Venda.....	88
6.4.5 Agente de pós-Venda	89
6.5 Teste do Protótipo	90
6.5.1 Agente de Pesquisa de Consumidores e Agente de Pesquisa de Fornecedores	90

6.5.2 Agente de Propaganda.....	91
6.5.3 Agente de Levantamento de Produtos, Agente de Avaliação, Agente de Pedido e Agente de Venda.....	91
6.5.4 Agente de Pós-Venda.....	97
7.CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	98
7.1 Conclusões.....	98
7.2 Recomendações.....	99
GLOSSÁRIO.....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
REFERÊNCIAS PARA WWW.....	108
ANEXO I.....	110

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ORIGEM DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA.....	7
FIGURA 2 - HIERARQUIA DA ENTIDADE.....	9
FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO DE AGENTES AUTÔNOMOS	11
FIGURA 4 - SISTEMA DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL TRADICIONAL.....	12
FIGURA 5 - AGENTE AUTÔNOMO	12
FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DE AGENTES QUANTO A ÊNFASE DADA A ALGUNS ATRIBUTOS PRIMÁRIOS.....	20
FIGURA 7 - TOPOLOGIA DE AGENTES.....	20
FIGURA 8 - ARQUITETURA BÁSICA DE UM AGENTE AUTÔNOMO BASEADA EM COMPUTADOR.....	22
FIGURA 9 - DIFERENÇA DO JAVA.....	28
FIGURA 10 - EXEMPLO DE UMA CHAMADA DE PROCEDIMENTO REMOTO.....	33
FIGURA 11 - EXEMPLO DE UMA PROGRAMAÇÃO REMOTA.....	34
FIGURA 12 - EXEMPLO DE AGENTE MÓVEL.....	36
FIGURA 13 - ARQUITETURA DO SISTEMA CONCORDIA.....	46
FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO DOS CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO	54
FIGURA 15 - NÚMERO ESTIMADO DE USUÁRIOS DA <i>INTERNET</i> - 1993-2001.....	56
FIGURA 16 - O QUE AS PESSOAS MAIS GOSTARIAM DE COMPRAR PELA <i>INTERNET</i>	56
FIGURA 17 - REPRESENTAÇÃO DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS DE COMPRA E VENDA PROPOSTOS.....	59
FIGURA 18 - VISÃO GERAL DA ESTRUTURA DE AGENTES PARA OS PROCESSOS DE COMPRA E VENDA.....	60

FIGURA 19 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE INTERFACE E INFORMAÇÃO (PROCESSO DE COMPRA).....	62
FIGURA 20 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE PESQUISA DE FORNECEDORES.....	63
FIGURA 21 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE LEVANTAMENTO DE PRODUTOS.....	64
FIGURA 22 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE AVALIAÇÃO.....	65
FIGURA 23 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE PEDIDO.....	66
FIGURA 24 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE INTERFACE E INFORMAÇÃO (PROCESSO DE VENDA).....	68
FIGURA 25 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE PESQUISA DE CONSUMIDORES.....	70
FIGURA 26 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE PROPAGANDA.....	71
FIGURA 27 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE VENDA.....	72
FIGURA 28 - CICLO DE VIDA DO AGENTE DE PÓS-VENDA.....	73
FIGURA 29 - ESTRUTURA DA MENSAGEM UTILIZADA PARA COMUNICAÇÃO ENTRE AGENTES.....	77
FIGURA 30 - INTERFACE DO AGENTE DE INTERFACE E INFORMAÇÃO (PROC. COMPRA).....	81
FIGURA 31 - JANELA DE CADASTRO DOS CONJUNTOS DIFUSOS - IMPORTÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS.....	82
FIGURA 32 - JANELA DE CADASTRO DOS CONJUNTOS DIFUSOS - PREFERÊNCIA DOS PRODUTOS.....	82
FIGURA 33 - JANELA DE CADASTRO DE CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS.....	83
FIGURA 34 - JANELA DE CADASTRO DE REGRAS (PREFERÊNCIAS).....	83
FIGURA 35 - TELA DE ENTRADA DOS DADOS DO PEDIDO.....	84
FIGURA 36 - TELA COM O RESULTADO DA AVALIAÇÃO DA PESQUISA DE PREÇO.....	85
FIGURA 37 - JANELA DE SELEÇÃO DOS PRODUTOS A SEREM ADQUIRIDOS.....	86
FIGURA 38 - TELA DE CONFIRMAÇÃO DO PEDIDO EFETUADO.....	86
FIGURA 39 - INTERFACE DO AGENTE DE INTERFACE E INFORMAÇÃO (PROC. VENDA).....	87
FIGURA 40 - TELA DE AVISO DE RECEBIMENTO DE PROPAGANDA.....	88
FIGURA 41 - TELA DE AVISO DE PEDIDO EFETUADO.....	89
FIGURA 42 - TELA DE INFORMAÇÕES DE PÓS-VENDAS COLHIDAS.....	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PROPRIEDADES DOS AGENTES.....	14
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS AGENTES.	21
TABELA 3 - LINGUAGENS DE COMUNICAÇÃO DE AGENTES.	24
TABELA 4 - LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DE AGENTES.....	25
TABELA 5 - APLICAÇÕES DE AGENTES.....	30
TABELA 6 - APLICAÇÕES DE AGENTES MÓVEIS.....	42
TABELA 7 - SISTEMAS DE AGENTES MÓVEIS.....	43
TABELA 8 - PROPRIEDADES DOS AGENTES DO PROCESSO DE COMPRA.....	67
TABELA 9 - PROPRIEDADES DOS AGENTE DO PROCESSO DE VENDA.....	73
TABELA 10 - AGENTES DE INTERFACE E INFORMAÇÃO POR COMPUTADOR.....	90
TABELA 11 - PRODUTOS DA LOJA ARAPUÃ.....	92
TABELA 12 - PRODUTOS DA LOJA MANLEC.....	92
TABELA 13 - PRODUTOS DA LOJA PONTO FRIO.....	94
TABELA 14 - AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS SEM INFORMAÇÕES NA BASE DE CONHECIMENTO DO CLIENTE.....	96
TABELA 15 - AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS COM INFORMAÇÕES NA BASE DE CONHECIMENTO DO CLIENTE.....	97

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

A globalização do mercado inseriu as empresas em um cenário competitivo. Este ambiente exige um tratamento rápido e dinâmico das informações, bem como, processos cada vez mais otimizados e flexíveis. Isto torna imprescindível a utilização de novas tecnologias para a sobrevivência das empresas.

Aproximar o fornecedor do consumidor, nos processos de compra e venda, exige atualmente um novo estilo de interação homem-máquina. Onde o computador torna-se um colaborador inteligente, autônomo e personalizado.

Em busca de novas soluções, surge o interesse por um novo paradigma da computação: a tecnologia dos Agentes Inteligentes, a qual tem como objetivo executar tarefas complexas, de forma autônoma e inteligente.

A utilização da tecnologia de Agentes Inteligentes possibilita a realização das tarefas de pesquisa e procura de novos fornecedores, levantamento, avaliação e pedido de compra de produtos relativas ao processo de compra e as tarefas de pesquisa e procura de

novos consumidores, distribuição de propagandas, venda de produtos e consultas de pós-venda relativas ao processo de venda, de forma a diminuir o trabalho dos seres humanos.

Une-se à tecnologia de Agentes Inteligentes a utilização de uma técnica de tomada de decisão difusa, na tarefa de avaliação dos produtos, a fim de permitir aos agentes avaliarem os produtos o mais próximo da realizada pelos seres humanos.

1.2 Objetivos

Como objetivo geral deste trabalho, propõe-se o desenvolvimento de uma estrutura de agentes inteligentes para automatizar os processos de compra e venda.

Tem-se como objetivos específicos:

- Estudar e revisar os conceitos básicos envolvidos.
- Desenvolver um protótipo de agentes para os processos de compra e venda.
- Utilizar uma técnica de tomada de decisão difusa na tarefa de avaliação dos produtos.
- Implementar um protótipo utilizando a Linguagem Java e o Sistema Concordia.

1.3 Importância do Trabalho

Este trabalho tem sua importância estabelecida pelo fato de oferecer um protótipo de agentes, o qual permite a execução de algumas tarefas dos processos de compra e venda, de forma transparente, diminuindo o trabalho dos seres humanos.

O fato de algumas tarefas dos processos de compra e venda serem realizadas por agentes, permite que haja uma aproximação maior entre as empresas e os clientes,

O fato de algumas tarefas dos processos de compra e venda serem realizadas por agentes, permite que haja uma aproximação maior entre as empresas e os clientes, devido à facilidade de comunicação entre agentes através da *Internet*, diminuindo o custo e o tempo de locomoção e comunicação entre ambos.

A execução automática de algumas tarefas dos processos de compra e venda, possibilita às empresas atenderem aos clientes 24 horas por dia, de forma mais eficiente e eficaz, pois sempre haverá um agente de venda disponível para atender o consumidor. Permite também que os clientes possam ter acesso a um número maior de empresas em busca de produtos melhores e mais baratos, em um tempo menor.

A utilização de agentes, além de proporcionar maior abrangência e rapidez, proporciona uma maior transparência aos processos.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. No primeiro, é apresentado uma introdução, os objetivos, a importância e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é feito um estudo da teoria dos agentes. Esse estudo engloba os seguintes aspectos: identificação dos agentes dentro da Inteligência Artificial Distribuída; definição dos conceitos necessários e importância dos agentes inteligentes no desenvolvimento de sistemas inteligentes; as propriedades que um agente pode ter, bem como, as diferentes classificações a que os agentes são submetidos de acordo com suas propriedades; a arquitetura básica; linguagens utilizadas na sua implementação, enfatizando a linguagem de programação Java; e apresentação de alguns agentes existentes.

O terceiro capítulo refere-se aos agentes móveis. É feita uma descrição sobre os conceitos básicos e da importância dos agentes móveis no desenvolvimento de aplicações para a *Internet*. São relacionados alguns agentes móveis e alguns ambientes para o desenvolvimento destes, enfatizando o ambiente de desenvolvimento Concordia.

O quarto capítulo apresenta um estudo sobre os processos de compra e venda. O enfoque é dado sobre os passos necessários, para se obter êxito, nos processos de compra e venda e as tendências do mercado.

No quinto capítulo descreve-se o problema da compra e da venda ser realizado pelos meios tradicionais e propõe-se uma estrutura de agentes para automatizar tais processos. Neste capítulo são discutidas as tarefas que cada agente deve realizar, como é realizada a avaliação dos produtos, e como é realizada a comunicação entre os agentes.

O capítulo seis apresenta o protótipo implementado e alguns testes realizados com o protótipo.

Por último, o sexto capítulo apresenta as conclusões e recomendações deste trabalho.

CAPÍTULO II

TEORIA DE AGENTES

2.1 Introdução

Atualmente, com o crescimento explosivo de computadores trabalhando em rede e na *Internet*, um vazio está sendo desenvolvido entre a quantidade de informações que estão disponíveis e a habilidade para processar ou mesmo localizar as informações interessantes [Lingnau e Drobnik, 1995].

O número crescente de serviços disponíveis também tem levado para um grande número de interfaces de usuários incompatíveis mutuamente, tornando difícil para as pessoas atualmente tirarem vantagens de tudo o que é oferecido. Agentes podem oferecer um possível meio para resolver este dilema [*Ibidem*].

Agente inteligente é um sistema situado dentro de um ambiente, que nele percebe e atua continuamente em busca de sua própria agenda, a fim de aplicar o conhecimento adquirido em um momento futuro [Franklin e Graesser *apud* Souza, 1996].

De acordo com Hermans (1996), *softwares* de agentes inteligentes são um objeto de pesquisa popular nestes dias em campos como psicologia, sociologia e ciências da computação.

Em recente coletânea de artigos referentes a tecnologia de agentes inteligentes pôde-se constatar, com relativa facilidade, que existem vários posicionamentos diferenciados sobre o tema, tornando difícil o entendimento da tecnologia de agentes.

Carl Hewitt *apud* Wooldridge e Jennings (1995), recentemente publicou que a questão “O que é um Agente ?” é muito vago para a comunidade de computação baseada em agente, tão quanto a questão “O que é Inteligência ?” é vago para a comunidade de inteligência artificial.

Na Inteligência Artificial Distribuída, os agentes são constantemente entendidos como agentes autônomos, sendo os dois termos utilizados indistintamente, sem considerar sua relevância e significado. A falta de um entendimento comum sobre um mesmo tema pode reprimir futuras pesquisas e desenvolvimentos de trabalhos na área [*Ibidem*].

2.2 Inteligência Artificial Distribuída (IAD)

Inteligência Artificial Distribuída (IAD), conforme Gerhard Wei *apud* Stone e Veloso (1997), pode ser conceituado como o estudo e projeto de sistema consistindo de diversas entidades¹ interagindo, o qual são distribuídos logicamente e muitas vezes espacialmente, e em algum sentido podem ser chamados autônomos e inteligentes.

¹ Entidades são geralmente chamados de agentes e o sistema como um todo é geralmente chamado de sociedade.

Inteligência Artificial Distribuída, é a intersecção da Computação Distribuída (CD)² e da Inteligência Artificial (IA)³, conforme figura 1 [Stone e Veloso, 1997].

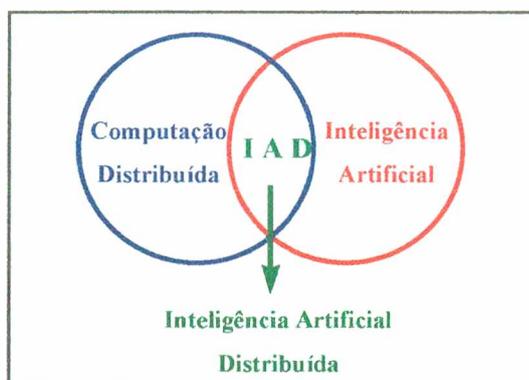


Figura 1 - Origem da Inteligência Artificial Distribuída [Stone e Veloso, 1997].

Para Sichman *apud* Souza (1996), Inteligência Artificial Distribuída diferencia-se do paradigma simbólico representante da Inteligência Artificial Tradicional nos seguintes aspectos:

- **Inteligência Artificial** - Preocupa-se com a representação do conhecimento e métodos de inferência, estando voltada para a construção de um programa inteligente.
- **Inteligência Artificial Distribuída** - Preocupa-se com a interação e o comportamento social, estando voltada para a construção de uma sociedade de programas inteligentes.

De acordo com Stone e Veloso (1997), Inteligência Artificial Distribuída divide-se em duas áreas: Resolução Distribuída de Problemas (RDP), e Sistemas Multi-Agentes (SMA).

² Computação Distribuída, consiste na possibilidade de utilizar mais de um processador para trabalhar sobre um problema computacional [Stone e Veloso, 1997].

2.2.1 Resolução Distribuída de Problemas

Conforme Stone e Veloso (1997), os Sistemas de Resolução Distribuída de Problemas, trabalham com o gerenciamento de informações. O gerenciamento de informações deste sistema consiste em:

- decomposição de tarefas; e
- síntese de solução.

Na decomposição de tarefas, uma tarefa complexa é dividida em diversas sub-tarefas e enviadas para processadores diferentes.

Na síntese de solução, o resultado de diferentes sub-tarefas são combinadas.

2.2.2 Sistemas Multi-Agentes

Sistemas multi-agentes, conforme Stone e Veloso (1997), são o sub-campo da Inteligência Artificial que proporciona os princípios para construção de sistemas complexos envolvendo múltiplos agentes e mecanismos para coordenação do comportamento inteligente de um conjunto de agentes.

De acordo com Dis *apud* Souza (1996), o sistema multi-agente é formado por um conjunto de agentes, os quais são sistemas baseados em conhecimento. O conjunto de agentes pode apresentar-se heterogêneo com respeito a alguns aspectos, tais como:

- conhecimento;
- critério de avaliação de sucesso;
- objetivos;
- linguagens;

³ Inteligência Artificial é o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, no momento, as pessoas fazem melhor [Rich e Knight, 1993].

- algoritmos;
- *hardware*; e
- requisitos.

2.3 Conceitos Básicos sobre Agentes

Luck *et al* (1997), propõem uma hierarquia de entidades de quarta ordem compreendendo entidades, objetos, agentes e agentes autônomos.

A idéia básica dessa hierarquia é que todos os componentes do mundo são entidades. Destas entidades, algumas são objetos. Deste conjunto de objetos alguns são agentes, e destes, alguns são agentes autônomos [*Ibidem*]. (figura 2).

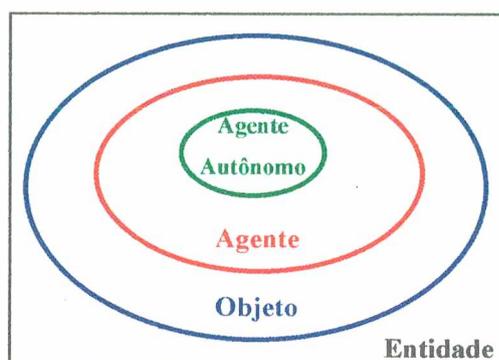


Figura 2 - Hierarquia da Entidade [Luck *et al*, 1997].

2.3.1 Entidades

De acordo com Luck *et al* (1997), entidades podem ser utilizadas para agrupar atributos para algum propósito⁴ útil sem somar um nível de funcionalidade superior. Eles servem como um mecanismo de abstração útil pelo qual eles são considerados distinto do ambiente remanescente.

⁴ Conforme Luck *et al* (1997), propósito é um estado a ser alcançado no ambiente.

2.3.2 Objetos

Conforme Luck *et al* (1997), um objeto é uma entidade que compreende um conjunto de ações e atributos.

Entende-se por atributo uma característica do mundo real que manifesta-se e é perceptível no ambiente. Por outro lado, ações são eventos discretos que alteram o estado do ambiente [Souza, 1996].

2.3.3 Agentes

Para Souza (1996), um agente é a instância de um objeto com um propósito ou conjunto de propósitos a ele associado.

Desta forma pode-se entender um objeto como sendo um agente se ele serve a um propósito para outro agente ou a ele próprio, quando então é denominado agente autônomo. Indubitavelmente um objeto pode dar origem a diferentes instanciamentos de agentes [*ibidem*].

Luck *et al* (1997), enfatiza ainda, que a propriedade de inteligência⁵ não é pré-requisito para um objeto ser considerado um agente.

2.3.4 Agentes Autônomos

Agentes Autônomos, conforme Davidsson (1995), podem ser conceituados como sistemas capazes de interagir independentemente e efetivamente com seus ambientes, por meio de seus próprios sensores e atuadores, para concluir alguma tarefa dada ou auto-gerada. Assim humanos e muitos animais podem, neste sentido, ser vistos como agentes autônomos.

⁵ A definição desta propriedade encontra-se na pag. 14.

De acordo com Maes *apud* Franklin e Graesser (1996), agentes autônomos podem ser classificados conforme a figura 3:

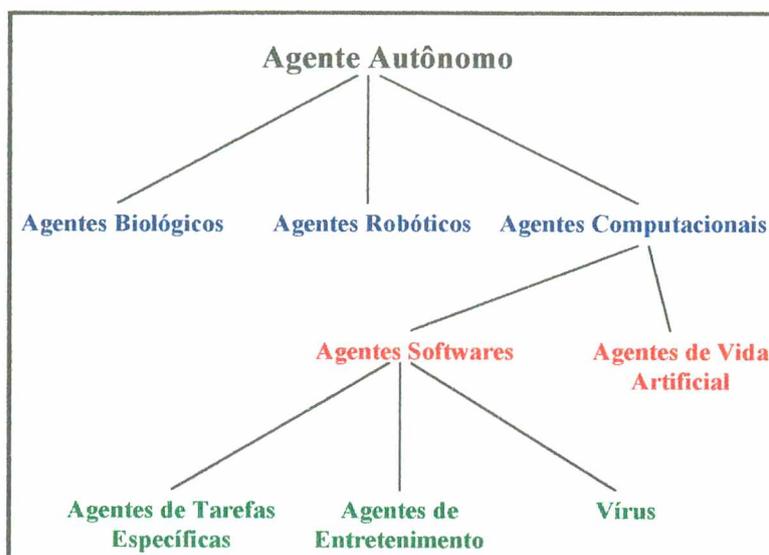


Figura 3 - Classificação de Agentes Autônomos [Maes *apud* Franklin e Graesser, 1996].

Agentes Autônomos, segundo Maes *apud* Franklin e Graesser (1996), são sistemas computacionais que habitam algum ambiente dinâmico complexo, sentem e atuam autonomamente neste ambiente, e podem realizar um conjunto de objetivos ou tarefas para o qual foram designados.

Conforme Davidsson (1995), agentes autônomos diferem de Sistemas de Inteligência Artificial Tradicional (ou sistemas de computador) no seguinte aspecto:

- Os **sistemas de Inteligência Artificial Tradicional** tipicamente necessitam de um usuário que observa o ambiente (o problema) e descreve as partes relevantes dele para o computador. O resultado do processamento (execução das tarefas) do computador são interpretadas pelo usuário que então executa a ação requerida. Assim, o sistema pode ser visto como uma ferramenta, estendendo algumas capacidades (mental) do usuário, mas é inútil sobre si próprio, pois ele é dependente das capacidades básicas (mental e física) do usuário [Davidsson, 1995]. Como mostrado na figura 4.

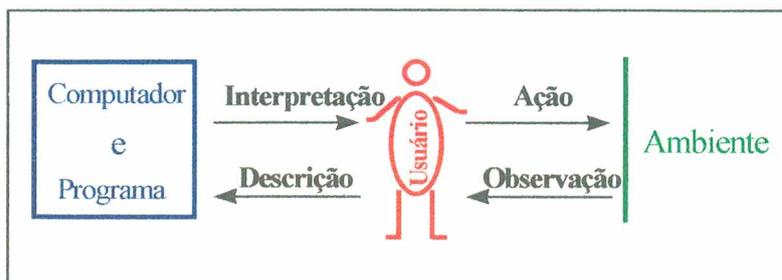


Figura 4 - Sistema de Inteligência Artificial Tradicional [Davidsson, 1995].

- Um **agente autônomo**, ao contrário dos sistemas de inteligência artificial tradicional, pode observar o ambiente por si próprio e tornar estas observações em descrições para futuros processamentos. Entretanto, ele pode também por si próprio, interpretar o resultado de seu processamento e então executar a ação apropriada [Davidsson, 1995]. (figura 5).

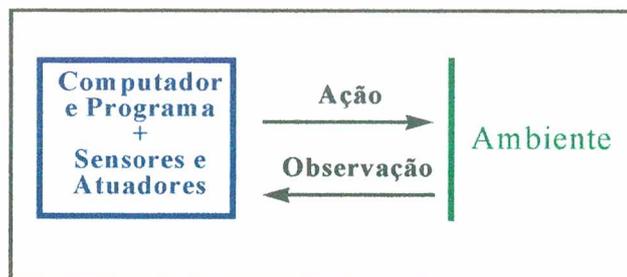


Figura 5 - Agente Autônomo [Davidsson, 1995].

2.4 Definição de Agentes

Dada a inexistência de uma definição sobre Agentes Inteligentes, Wooldridge e Jennings (1995) propõem dois enfoques para conceituar agentes inteligentes:

- **Fraca noção de Agência** - Este enfoque apresenta uma definição insatisfatória, onde agente é utilizado para denotar um *hardware* ou sistema de computador baseado em *software* que possui as seguintes

propriedades⁶: autonomia, habilidade social, reatividade, pró-atividade, continuidade temporal e orientado a objetivo.

- **Forte noção de Agência** - Este enfoque geralmente identifica um Agente por ser um sistema de computador que, em adição as propriedades identificadas anteriormente, é então conceituado ou implementado utilizando conceitos que são mais usualmente aplicados a seres humanos, tais como: conhecimentos, intenções e crenças.

Agentes com forte noção de agência, geralmente possuem uma ou mais das seguintes propriedades: mobilidade, benevolência, racionalidade, adaptabilidade e colaboração.

Sycara *et al* (1996), define agentes inteligentes como programas que atuam em nome do seu usuário humano para executar tarefas de reunir informações trabalhosas, tal como localizar e acessar informações de várias fontes de informações *on-line*, resolver inconsistências nas informações recuperadas, filtrar (excluir) informações irrelevantes ou não requeridas, integrar informações de diversas fontes de informações heterogêneas e adaptá-las para as necessidades de informações de seu usuário humano.

Para Russel *apud* Farley (1997), no contexto de Inteligência Artificial, um agente inteligente é descrito como uma entidade autônoma inteligente: eles podem tomar decisões e executar ações baseadas sobre percepções iniciais para atingir algum objetivo.

Agente Inteligente, conforme Janca *apud* Jennings e Wooldridge (1996), é uma entidade de *software* para o qual tarefas podem ser delegadas.

⁶ A definição das propriedades dos agentes encontra-se na pag. 14.

Segundo IBM (1995), Agentes Inteligentes são entidades de *software* que executam um conjunto de operações em nome do usuário ou outro programa com algum grau de autonomia, e para fazer isto, empregam algum conhecimento ou representação dos objetivos ou desejos do usuário.

Esta definição é a que melhor descreve o que é um agente inteligente, pois esta relacionada com a maneira que um ser humano executa uma tarefa, por exemplo, para uma pessoa executar alguma tarefa (conjunto de operações), ela deve ter autonomia para realiza-la, deve empregar algum conhecimento para atingir os seus objetivos ou os objetivos de quem representa.

O comportamento do agente é determinado pelas propriedades que ele possui.

2.5 Propriedades

Agentes inteligentes podem possuir uma série de propriedades, as quais são descritas na tabela 1.

Propriedade	Descrição	Observação	Referência
Aprendizagem	Acumulação de Conhecimento.	Aprendizado se dá através de instruções Unidirecionais ou Interativa.	<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Jennings e Wooldridge, 1996
Autonomia	Utilizado como sinônimo de independência. Capacidade do agente operar separadamente e decidir o que fazer enquanto opera separadamente.		<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Foner, 1996 • Nissen, 1995
Comunicabilidade	Comunica-se com outros agentes, usuários, objetos e seu ambiente.		<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Belgrave, 1995 • Franklin e Graesser, 1996

Tabela 1 - Propriedades dos Agentes.

Propriedade	Descrição	Observação	Referência
Confiabilidade	Demonstra veracidade e benevolência nas informações e ações realizadas em nome usuário.		<ul style="list-style-type: none"> • Gilbert <i>apud</i> Souza, 1996 • Wooldridge e Jennings, 1995
Cooperatividade	Utilizado como sinônimo de colaboratividade. Capacidade dos agentes trabalharem juntos para concluírem tarefas mutuamente benéficas e complexas.	O agente pode colaborar com usuários humanos e com outros agentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Gilbert <i>apud</i> Souza, 1996 • Sycara <i>et al</i>, 1996
Degradação Gradual	Capacidade do agente executar parte de uma tarefa quando existe incompatibilidade na comunicação ou domínio.	No contexto das noções de risco, agentes trabalham melhor quando apresentam esta propriedade.	<ul style="list-style-type: none"> • Foner, 1996
Discurso	É necessário para a execução das tarefas mais simples, uma vez que o usuário precisa estar seguro de que o agente cumprirá sua agenda e suas tarefas de forma esperada.	Pode ser realizado de duas formas: uma simples conversação ou um discurso de nível mais alto.	<ul style="list-style-type: none"> • Foner, 1996
Flexibilidade	Escolha dinâmica das ações e da seqüência de execuções das mesmas, em resposta a um estado do ambiente.		<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Franklin e Graesser, 1996
Inteligência	Conjunto de recursos, atributos e características que habilitam o agente a decidir que ações executar. Capacidade de tratar ambigüidades.	O raciocínio desenvolve-se através de Regras, Conhecimento e Evolução Artificial.	<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Roseler e Hanking <i>apud</i> Souza, 1996
Mobilidade	Capacidade de um agente mover-se de uma máquina para outra.	A mobilidade apresenta-se de três formas: Estática, Roteiros Móveis e Móveis com Estado.	<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Belgrave, 1995 • Orchard, 1996
Persistência	Utilizado como sinônimo de continuidade temporal. Mantém um estado interno conciso através do tempo.		<ul style="list-style-type: none"> • Belgrave, 1995 • Franklin e Graesser, 1996
Personalização	Aprende sobre o usuário e adapta suas ações de acordo com ele.		<ul style="list-style-type: none"> • Jennings, 1995

Tabela 1 - Propriedades dos Agentes (continuação).

Propriedade	Descrição	Observação	Referência
Planejamento	Habilidade de sintetizar e escolher entre diferentes opções de ações desejadas para atingir os objetivos.		<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Belgrave, 1995
Pró-Atividade	Exibe oportunismo e comportamento direcionado a objetivos.		<ul style="list-style-type: none"> • Jennings e Wooldridge, 1996
Reatividade	Utilizado como sinônimo de Sentir e Agir. Percebe o ambiente e responde as modificações que ocorrem nele.		<ul style="list-style-type: none"> • Franklin e Graesser, 1996 • Hermans, 1996
Representabilidade	Representar o usuário em suas ações.		<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995 • Wooldridge e Jennings, 1995
Responsabilidade	Descrição intencional da natureza de uma tarefa delegada		<ul style="list-style-type: none"> • Auer, 1995

Tabela 1 - Propriedades dos Agentes (continuação).

O conjunto de propriedades que um agente possui define o comportamento do agente. Como diferentes agentes podem possuir diferentes conjuntos de propriedades, temos então agentes com comportamentos diferentes, os quais são classificados de diferentes maneiras.

2.6 Classificações de Agentes

Os agentes podem ser classificados de diversas formas: quanto ao nível de inteligência, quando a tarefa que executam, quando a mobilidade, quanto a aquisição de inteligência, e quanto a ênfase dada a alguns atributos primários.

2.6.1 Quanto ao Nível de Inteligência

Conforme River *apud* Souza (1996), as aplicações com agentes apresentam diferentes níveis de inteligência, podendo ser classificados nos seguintes níveis:

- **Baixo** - neste nível, os *softwares* agentes desempenham tarefas rotineiras, disparadas por eventos externos. Estes agentes executam redes de regras complexas, não se adaptam a mudanças e não demonstram oportunismo com o passar do tempo;
- **Médio** - estes agentes utilizam uma base de conhecimento para desenvolver raciocínio em eventos monitorados. Podem adaptar-se à mudanças de condições na base de conhecimento e manipular as novas condições, porém, normalmente não demonstram oportunismo; e
- **Alto** - neste nível de inteligência, os *softwares* de agentes utilizam tanto aprendizado quanto raciocínio na base de conhecimento. Aprendem com o comportamento do usuário, podem adaptar-se à mudanças e demonstram oportunismo com o passar do tempo.

2.6.2 Quanto a Tarefa que Executam

De acordo com Jennings (1995), os agentes podem ser classificados quanto a tarefa que executam, da seguinte forma:

- **Gopher** - são considerados como agentes que executam as tarefas mais simples, baseando-se em suposição e regras pré-especificadas. Por exemplo, o agente pode avisar o usuário que ele possui uma reunião marcada para sexta-feira as 2:00 hs;
- **Prestadores de Serviço** - são agentes que executam tarefas de alto nível, bem definidas, quando requisitadas pelo usuário. Estes agentes podem organizar uma reunião (negociar datas e horários da reunião com os participantes); e
- **Pró-Ativo / Preditivo** - são agentes que desempenham as tarefas mais complexas, eles podem pesquisar informações ou executar tarefas para o

usuário sem serem requisitadas, sempre que isto for julgado apropriado. Por exemplo, um agente pode monitorar novos grupos sobre a *Internet* e retornar discussões que ele acredita serem de interesse do usuário.

2.6.3 Quanto a Mobilidade

De acordo com Nwana (1996), os agentes podem ser classificados de acordo com sua capacidade de mover-se na rede em:

- **Agentes Estáticos** - são aqueles agentes que não podem mover-se através da rede, ou seja, eles são fixos em um determinado local.
- **Agentes móveis** - são agentes que possuem a habilidade para mover-se através da rede.

2.6.4 Quanto à Aquisição de Inteligência

Conforme Nwana (1996), os agentes podem ser classificados quanto à aquisição de inteligência em: deliberativos e reativos.

Os agentes deliberativos derivam do paradigma do pensamento deliberativo: onde os agentes possuem um modelo de raciocínio e um modelo simbólico e interno, utilizado para planejar e negociar tarefas para atingir seus objetivos com outros agentes [Nwana, 1996].

Wooldridge e Jennings (1995), define um agente deliberativo por ser um agente que contém uma representação explícita e um modelo simbólico do mundo, no qual decisões (por exemplo, sobre quais ações executar) são tomadas por meio de raciocínio lógico (ou pseudológico), baseado em combinações de padrões e manipulação simbólica.

Os agentes deliberativos também são chamados de simbólicos ou cognitivos [Souza, 1996].

Para Oliveira *apud* Souza (1996), a idéia de agente cognitivo está intimamente ligado à idéia de agente racional: o agente escolhe as ações que mais o aproxima do seu objetivo, considerando seu estado atual.

Agente Cognitivo é definido como um agente racional que contém alguma representação explícita de conhecimentos e objetivos [Auer, 1995].

Agentes Reativos, conforme Auer (1995), também são conceituados na Literatura de Agentes como Agentes Reflexivos.

Conforme Nwana (1996), os Agentes Reativos ao contrário dos Agentes Deliberativos, não possuem um modelo simbólico e interno de seus ambientes, eles atuam utilizando um tipo de comportamento Estímulo/Resposta, respondendo para o estado presente do ambiente no qual eles estão.

Agentes Reativos são agentes simples que possuem um mapeamento de situações e respostas associadas [Souza, 1996].

2.6.5 Quanto a ênfase dada a alguns Atributos Primários

De acordo com Nwana (1996), os agentes podem ser classificados levando em conta a ênfase dada para alguns atributos primários e considerados ideais (cooperação, aprendizado, e autonomia) em: agentes inteligentes, agentes de aprendizado colaborativo, agentes de interface e agentes colaborativos, conforme figura 6.

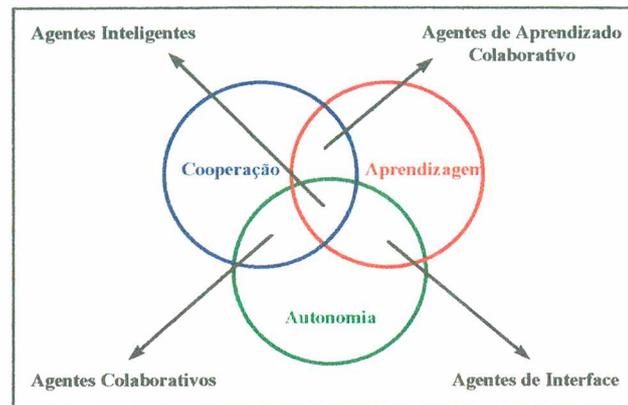


Figura 6 - Classificação de Agentes quanto a ênfase dada a alguns atributos primários [Nwana, 1996].

Nwana (1996), enfatiza que estas distinções não são definitivas. Por exemplo, os agentes deliberativos, possuem mais ênfase sobre as propriedades de cooperação e autonomia do que sobre aprendizado, isto não quer dizer que agentes colaborativos nunca aprendem.

2.6.6 Classificação Geral dos Agentes

Conforme Nwana (1996), baseando-se nas classes de agentes apresentadas anteriormente pode-se identificar vários tipos de agentes, conforme é mostrado na figura 7.

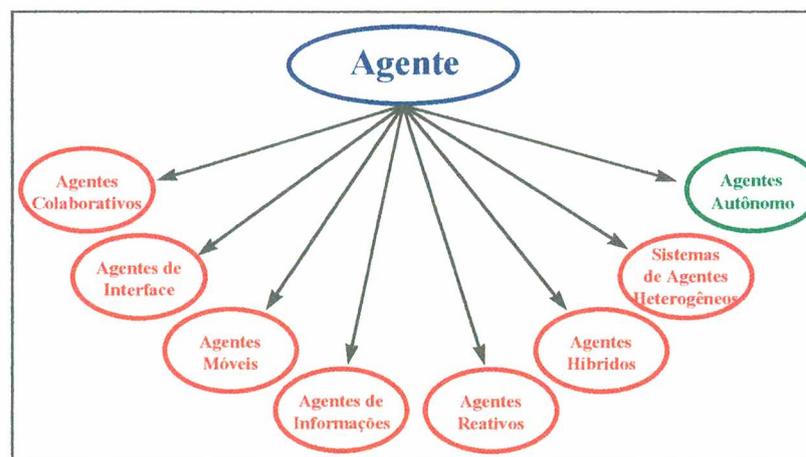


Figura 7 - Topologia de Agentes [Nwana, 1996].

A tabela 2, apresenta a descrição destes agentes.

Agentes	Descrição	Referências
Colaborativos	Enfatizam autonomia e cooperação (com outros agentes) para executar suas próprias tarefas. Eles podem aprender, mas não é dada muita ênfase a esta característica em suas operações. Geralmente agentes colaborativos podem negociar para alcançar mutuamente contratos aceitáveis sobre alguma questão.	• Nwana, 1996
de Interface	Enfatizam autonomia e aprendizado para executar suas tarefas. Agentes de interface são agentes que interagem com o usuário, recebendo especificações do usuário e entregando resultados.	• Nwana, 1996 • Sycara <i>et al</i> , 1996
Móveis	Agentes móveis são programas escritos tipicamente em uma linguagem script, o qual pode ser despachado de um computador cliente e transportado para um computador servidor remoto para execução.	• Harrison <i>et al</i> , 1995 • Nwana, 1996
de Informação	Agentes de informações são agentes que acessam mais de uma, e potencialmente muitas fontes de informações, e são capazes de coleccionar e manipular informações obtidas destas fontes para responder consultas solicitadas pelo usuário ou outros agentes.	• Nwana, 1996 • Wooldridge e Jennings, 1995
Reativos	São agentes que executam tarefas quando solicitado pelo usuário, ou seja possuem comportamento estímulo/resposta.	• Franklin e Graesser (1996) • Hermans, 1996
Híbridos	Agentes híbridos são os agentes que combinam a filosofia de um ou mais tipos de agentes.	• Nwana, 1996
Sistemas Heterogêneos	Sistemas de Agentes Heterogêneos, referem-se a um conjunto de dois ou mais agentes os quais pertencem a duas ou mais classes de agentes diferentes. Um sistema de agente heterogêneo pode também conter um ou mais agentes híbridos. Sistemas de Agentes Heterogêneos também são entendidos como Sistemas Multi-Agentes.	• Nwana, 1996
Autônomos	Agentes autônomos são agentes que podem interagir independente e efetivamente com seus ambientes.	• Davidsson, 1995 • Maes <i>apud</i> Franklin e Graesser, 1996

Tabela 2 - Classificação Geral dos Agentes.

2.7 Arquitetura de Agentes

Maes *apud* Wooldridge e Jennings (1995) define arquitetura de agentes, como uma metodologia particular para construção de agentes. Isto especifica como o agente pode ser decomposto para construção de um conjunto de módulos componentes e como estes módulos podem interagirem. O conjunto total dos módulos e suas interações providencia uma resposta para a questão de como sensores de dados e o estado interno do agente determinam as ações e futuros estados internos do agente.

Uma arquitetura engloba técnicas e algoritmos que suportam esta metodologia [*Ibidem*].

2.7.1 Arquitetura Básica

Conforme Davidsson (1992), todos os agentes autônomos baseados em computador possuem mais ou menos a mesma arquitetura. (figura 8).

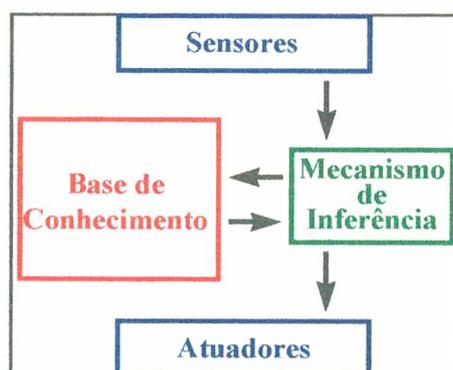


Figura 8 - Arquitetura básica de um Agente Autônomo Baseada em Computador [Davidsson, 1992].

A seguir é apresentado uma breve descrição sobre cada uma das partes que compõe a arquitetura do agente.

- **Setas** - as setas simbolizam o fluxo de dados.

- **Sensores** - os sensores recebem informações do ambiente e providenciam dados para o mecanismo de inferência.
- **Mecanismo de Inferência** - o mecanismo de inferência é o cérebro do agente inteligente. Quando notificado de algum evento, o mecanismo de inferência opera sobre conjuntos de regras e execução de raciocínio simbólico complexo para determinar como reagir ao evento e qual ação executar [IBM, 1995].
- **Base de Conhecimento** - é o local onde o agente armazena seu conhecimento.
- **Atuadores** - os atuadores são responsáveis pela execução das ações do agente sobre o ambiente.

2.8 Linguagens de Agentes

Para o desenvolvimento de agentes inteligentes são utilizados dois tipos de linguagens: linguagens de comunicação de agentes e linguagens de programação de agentes.

2.8.1 Linguagem de Comunicação de Agentes

Linguagens de Comunicação de Agentes, são linguagens que permitem aos agentes trocarem conhecimentos.

Conforme Genesereth e Ketchpel (1994), existem duas aproximações populares para o projeto de uma linguagem de comunicação de agente:

- **Aproximação Procedural** - é baseada na idéia de que a comunicação pode ser melhor modelada com trocas de diretivas procedurais.

Linguagens *script* (tal como TCL, *Apple Events*, e Telescript) são baseadas nesta aproximação.

- **Aproximação Declarativa** - é baseada na idéia que a comunicação pode ser melhor modelada com trocas de sentenças declarativas (definições, suposições, e o gosto). A linguagem ACL é baseada nesta aproximação.

Atualmente, existem várias linguagens propostas para realizar a comunicação entre agentes. A seguir, na tabela 3, são descritas algumas destas linguagens.

Linguagens de Comunicação	Descrição
AgentTalk	<p>É uma linguagem de descrição de protocolos de coordenação para sistemas multi-agentes. Na área de Inteligência Artificial Distribuída, muitos protocolos de coordenação tais como protocolo de redes de contrato tem sido propostos, e muitos protocolos para aplicações específicas serão requeridos quanto mais softwares de Agentes forem construídos [Finin, 1997].</p> <p>Permite protocolos de coordenação serem definidos incrementalmente e serem facilmente customizados para ajustar-se ao domínio da aplicação incorporando um mecanismo de herança [<i>Ibidem</i>].</p>
ACL	<p>Agent Communication Language / Linguagem de Comunicação do Agente - é uma linguagem baseada na aproximação declarativa, onde baseia-se na idéia que a comunicação pode ser modelada melhor com a troca de sentenças declarativas (definições, suposições, e gostos) [IBM, 1995].</p> <p>ACL é composta de três partes, seu vocabulário (dicionário de palavras apropriadas para áreas de aplicações comuns), uma "linguagem interna" KIF e uma "linguagem externa" KQML. Uma mensagem ACL é uma expressão KQML no qual os argumentos são termos ou sentenças em KIF formadas de palavras do vocabulário ACL [Genesereth e Ketchpel, 1994].</p>
KIF	<p>Knowledge Interchange Format / Formato de Troca de Conhecimento - é uma linguagem formal para troca de conhecimento entre programas disparados. Possui uma semântica declarativa, e compreendida logicamente, utilizada para representar o conhecimento sobre a representação de conhecimento, representação de regras de raciocínio não monotônicos e definição de objetos, funções e relações [Finin, 1997].</p> <p>O propósito de KIF é proporcionar o desenvolvimento independente de programas de manipulação de conhecimento [<i>Ibidem</i>].</p>

Tabela 3 - Linguagens de Comunicação de Agentes.

Linguagens de Comunicação	Descrição
KQML	<p>Knowledge Query and Manipulation Language / Linguagem de Manipulação e Consulta de Conhecimento - é uma linguagem e protocolo para troca de informações e conhecimentos. Pode ser utilizada por um programa para interagir com um sistema inteligente ou para o compartilhamento de conhecimento por dois ou mais sistemas inteligentes para resolução de problemas cooperativamente [Finin, 1997].</p> <p>KQML concentra-se a um conjunto extensivo de primitivas as quais define as operações permitidas que os agentes podem realizar sobre o conhecimento e objetivos de cada outro agente [Ibidem].</p>

Tabela 3 - Linguagens de Comunicação de Agentes (continuação).

2.8.2 Linguagem de Programação de Agentes

Linguagem de Programação de Agentes são as linguagens na qual os agentes são desenvolvidos. A seguir, na figura 4, são relacionadas algumas linguagens de programação existentes.

Linguagens de Programação	Descrição
Java	<p>É uma linguagem de programação similar em sintaxe ao C++, mas similar em outros meios com Smalltalk e Objective C. O sistema inclui um compilador de código de <i>byte</i> e uma máquina virtual. A execução é um tipo seguro e suporta uma forma de carregamento confiável, tanto que o código a partir de uma fonte não confiável pode ser adicionado dinamicamente [W3C, 1996].</p>
LALO	<p>É uma linguagem de programação orientada a agentes e um ambiente para desenvolvimento de sistemas multi-agentes. Um programa escrito em LALO é traduzido em código fonte C++, para depois ser compilado, e utiliza KQML para comunicação entre agentes [Finin, 1997].</p>
Obliq	<p>É uma linguagem interpretada e orientada a objetos com suporte para computação móvel, tal como agente móvel. Obliq mantém seu escopo léxico, mesmo onde um programa é distribuído através da rede [ITA, 1997^a].</p>
Phantom	<p>É uma linguagem interpretada projetada para aplicações distribuídas, interativas e em larga escala, tais como sistemas de conferência distribuída, jogos em rede, e ferramentas de trabalho colaborativo [Finin, 1997].</p>
Python	<p>É uma linguagem <i>script</i> orientada a objetos no espírito do ABC e Modula-3. É utilizado como um <i>bit</i> em uma linguagem estendida/embutida em projetos <i>hypermedia</i>, e utilizado como um <i>bit</i> para processamento de textos e roteiros administrativos que freqüentemente utilizam Perl [Finin, 1997].</p>

Tabela 4 - Linguagens de Programação de Agentes.

Linguagens de Programação	Descrição
Tcl / Tk	<p>E um sistema de programação de fácil utilização. O Tcl é a linguagem de programação básica, enquanto Tk é um conjunto de objetos gráficos [Tcl, 1996].</p> <p>O sistema Tcl/Tk pode ser configurado para trabalhar cooperativamente com outras linguagens tal como C ou C++ [Ibidem].</p> <p>Tcl suporta muitos dos fatores das linguagens procedurais convencionais, incluindo atribuição de variáveis, chamadas de procedures, estruturas de controle, e possui acesso fácil para objetos gráficos [Ibidem].</p>
Telescript	<p>É um <i>software</i> para construção de aplicações distribuídas utilizando agentes móveis. É uma linguagem de programação remota orientada a objetos o qual divide todos os processos em agentes e locais, e permite comunicação entre processos [Noschang, 1996].</p>

Tabela 4 - Linguagens de Programação de Agentes (continuação).

Após análise destas linguagens de programação, chegou-se à conclusão de que a melhor linguagem para implementação do protótipo de compra e venda é a linguagem Java, devido às características de portabilidade, robustez, segurança e natureza dinâmica da linguagem, por ser uma linguagem orientada a objetos e pelo conjunto de classes que apresenta, para a execução remota de suas aplicações.

2.9 Linguagem de Programação Java

Java é uma linguagem de programação desenvolvida pela Sun Microsystems, que proporciona um ambiente de desenvolvimento verdadeiramente orientado a objetos, portátil, robusto, seguro e de alto desempenho para distribuir conteúdos de forma dinâmica através da *Internet* [Ritchey, 1996].

Conforme McNealy (1997), a grande proposta da linguagem Java é, um programa escrito nesta linguagem pode funcionar em qualquer máquina (do PC com o *chip* MMX ao *Mainframe neanderthal*, do *Macintosh* ao *Unix*).

2.9.1 Características

Conforme Ritchey (1996), esta linguagem fornece sua funcionalidade ao incorporar em sua arquitetura as características descritas a seguir:

- **Portabilidade** (Independência de Máquina) - esta linguagem coloca fim a incompatibilidade entre programas, de um lado, e computadores e sistemas operacionais, de outro [McNealy, 1997]. Isto significa que programas escritos nesta linguagem podem ser executados em qualquer equipamento que possua o interpretador Java respectivo.
- **Robustez** - os recursos da linguagem e do ambiente para o tempo de execução garantem que o código se comporte adequadamente. Essa característica decorre primariamente do esforço feito para a portabilidade, e também da necessidade de aplicações sólidas que não interfira no funcionamento do sistema.
- **Segurança** - além de proteger o cliente contra ataques não intencionais, também proporciona proteção contra ações premeditadas. A *Internet* esta bem familiarizada com vírus, bisbilhoteiros, *crackers* e malfeitores cibernéticos de todos os tipos [McNealy, 1997].
- **Orientação a Objetos** - é uma linguagem orientada a objetos, que suporta herança, encapsulamento, polimorfismo, *multithreading*, *linkagem* dinâmica e interface no mesmo nível de C++ [Halhill, 1997].
- **Dinamismo** - sua natureza dinâmica, sendo uma extensão natural de seu projeto orientado a objetos, permite a extensibilidade durante a execução.
- **Alto Desempenho** - suporta vários recursos de alto desempenho, como *multithreading*, compilação *just-in-time* e utilização de código nativo.

- **Facilidade** - pode ser considerada como derivada de C e C++, sendo familiar para a maioria dos programadores. Ao mesmo tempo, o ambiente retira do programador a responsabilidade por muitas tarefas sujeitas a erro, como o gerenciamento de memória e de ponteiros.

2.9.2 Diferença da Linguagem Java

Conforme Halthill (1997), a principal diferença da linguagem Java para as demais linguagens, está no fato de que os desenvolvedores de aplicativos quando utilizam a linguagem Java precisam escrever o aplicativo apenas para uma plataforma - Java, conforme figura 9.

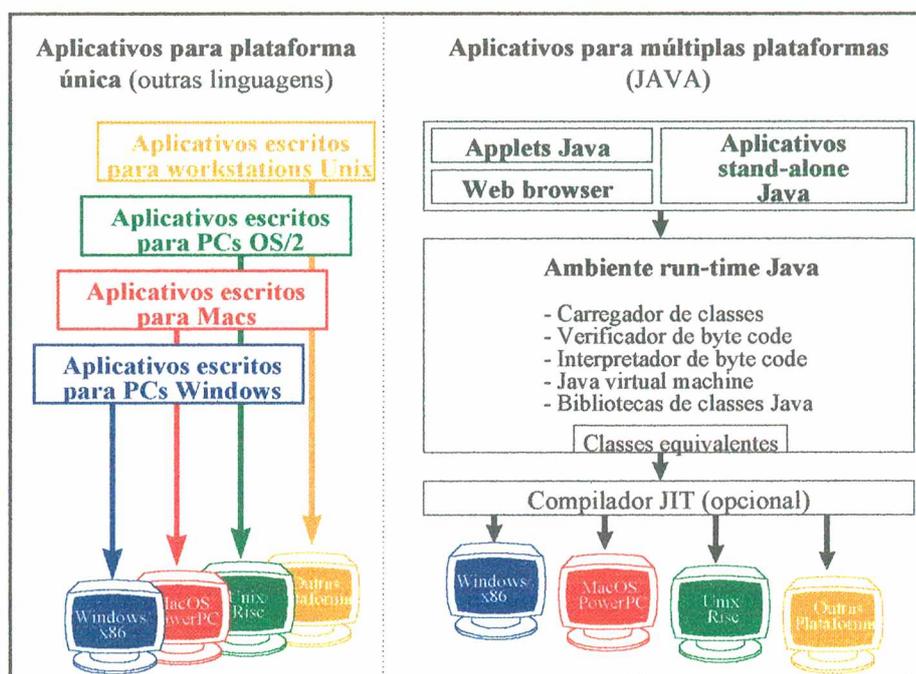


Figura 9 - Diferença do Java [Halthill, 1997].

2.9.3 Aplicativos Java

De acordo com Ritchey (1996), os programas aplicativos Java podem ser classificados em dois tipos, em função dos serviços que estes esperam desfrutar no ambiente do interpretador ou do navegador, em:

- **Applet** - são aplicações executadas no contexto do navegador compatível com a linguagem Java, utilizando os recursos por ele disponibilizado.
- **Aplicações Autônomas** - são os aplicativos que podem ser executados, diretamente no ambiente do interpretador, não necessitando de recursos de terceiros para tal fim.

2.9.4 Agentes Inteligentes em Java

Conforme Ritchey (1996), um das utilizações mais interessantes desta linguagem refere-se aos agentes inteligentes.

É perfeita para implementar agentes inteligentes devido a ser dinamicamente extensível e portátil. Um agente implementado nesta linguagem poderá percorrer vários sistemas (seja qual for a plataforma de *hardware* subjacente), conectar-se a Banco de Dados, colher os dados necessários e prosseguir.

Proporciona um ambiente seguro dentro do qual tais agentes poderiam ser executados, sem colocar em risco a segurança do próprio sistema servidor.

2.10 Aplicações de Agentes

Nas seções anteriores foram abordados temas referentes a o que são e como funcionam os agentes inteligentes, nesta seção será tratado sobre onde pode-se aplicar

agentes inteligentes citando alguns exemplos de aplicações em algumas áreas distintas, conforme tabela 5.

Aplicações	Descrição
Comércio Eletrônico	<p>O BargainFinder é um agente que compara lojas virtuais na Internet para encontrar o melhor preço para um determinado CD [Nissen, 1995].</p> <p>Neste sistema, o usuário informa ao agente os dados referentes ao CD que gostaria de comprar, baseado nestas informações o agente realiza uma procura nas lojas virtuais existentes, comparando o preço para obter o CD mais barato [Ibidem].</p> <p>Outra aplicação interessante é um sistema de agentes encarregado do processo de licitação, no qual existem agentes que enviam editais e cartas convites, recebem as propostas e avaliam a melhor proposta recebida por parte do órgão público e agentes que recebem editais e cartas convites e enviam propostas por parte das empresas envolvidas no processo licitatório [Kern, 1998].</p>
Indústria	<p>CIDIM (Sistema de Gerenciamento Distribuído de Eletricidade) - é responsável pelo gerenciamento de energia, o qual é um processo de monitoração e controle do ciclo de geração, transporte e distribuição de energia elétrica para consumidores industriais e doméstico. Para minimizar as perdas durante o transporte de energia, a voltagem é alta (132 kV ou mais), antes de ser colocada em uma rede de transporte. Finalmente, a voltagem é diminuída e a eletricidade é enviada aos consumidores usando uma rede de distribuição [Jennings, 1995].</p> <p>Este sistema é composto pelos seguintes agentes: Identificador da área de <i>blackout</i>, Interface do Sistema de Controle pré-existente, Supervisor de <i>Breakers</i> e <i>Relés</i>, Sistema Especialista Agente para Análise de Alarmes não Cronológicos Existentes, Agente de Restauração de Serviço e Agente de Interface do Usuário [Ibidem].</p>
Internet	<p>NewT - é um filtro de notícias da <i>USENET</i>. Um agente NewT é treinado fornecendo a ele uma série de exemplos, artigos ilustrativos que o usuário escolheria ou não para ler. O agente começa a oferecer sugestões para o usuário, e é dado um feedback sobre suas sugestões. O agente NewT não pretende remover a escolha humana, mas representar uma extensão de seus desejos: o objetivo é do agente ser capaz de trazer para o usuário artigos que sejam de seu interesse [Wooldridge e Jennings, 1995].</p>
Redes de Comunicação	<p>Uma comunidade aberta de diferentes agentes que cooperam para solucionar uma variedade de problemas em um sistemas de gerenciamento de redes de telecomunicações complexo é descrita [Busuioc e Griffiths, 1994].</p> <p>As principais funções realizadas pelos agentes são: estabelecimento e restauração de rotas em uma rede física e satisfação das necessidades do cliente, e planejamento do fornecimento e restauração do serviço [Ibidem].</p>
Simulação	<p>HOMER é uma agente desenvolvido com o objetivo de simular um robô submarino, o qual existe em "mundo marítimo" de duas dimensões, sobre o qual ele possui somente conhecimento parcial [Vere e Bickmore <i>apud</i> Wooldridge e Jennings, 1995].</p> <p>Este agente possui uma memória episódica limitada, e utiliza isto para ser apto para responder questões sobre suas experiências passadas [Ibidem].</p>

Tabela 5 - Aplicações de Agentes.

2.11 Considerações Finais

Atualmente, agentes inteligentes estão sendo utilizados nas mais diversas áreas. Quando trabalham em rede, comunicam-se utilizando o paradigma da Chamada de Procedimento Remoto⁷. A utilização deste paradigma implica em um alto fluxo de dados sobre a rede.

O alto fluxo de dados, ocasionado pela utilização do paradigma Chamada de Procedimento Remoto, tem levado a utilização de uma outra alternativa de comunicação, o paradigma da Programação Remota⁸, na qual os agentes móveis baseiam-se.

⁷ Chamada de Procedimento Remoto – habilidade de um computador chamar um procedimento em outro computador.

⁸ Programação Remota – Habilidade não somente de chamar um Procedimento em outro computador, mas também para fornecer o procedimento para ser executado.

CAPÍTULO III

AGENTES MÓVEIS

3.1 Introdução

Agentes móveis oferecem um meio para resolver o problema de comunicação. Eles são programas que podem mover-se de uma máquina para outra em busca de informações, diminuindo assim o fluxo de informações na rede.

3.2 Paradigma do Agente Móvel

Conforme White (1996), o conceito de agente móvel surge de uma investigação crítica de como tem sido realizada a comunicação entre os computadores desde os anos 70. A seguir são apresentados os resultados desta investigação e apresentado o caso para agentes móveis.

3.2.1 Aproximação Corrente

De acordo com White (1996), o princípio da organização central da comunicação em rede de computadores de hoje é RPC (*Remote Procedure Calling* —

Chamada de Procedimento Remoto). Criado em 1970, o paradigma RPC mostra a comunicação computador a computador, como a habilidade de um computador chamar um procedimento em outro computador. Cada mensagem que a rede transporta, pedido ou notificação, é uma execução de um procedimento, conforme mostrado na figura 10. Um pedido inclui dados que são os argumentos do procedimento, e uma resposta inclui dados que são seus resultados. O procedimento é interno ao computador que o executa.

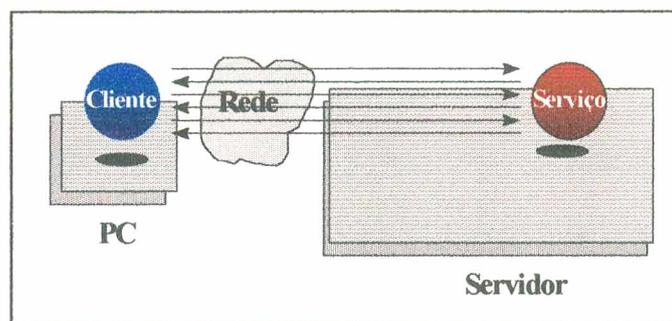


Figura 10 - Exemplo de uma Chamada de Procedimento Remoto [White, 1996].

Dois computadores que se comunicam seguindo o paradigma RPC, combinam com antecedência os efeitos de cada procedimento acessível remotamente e os tipos de seus argumentos. Seus contratos (acordos) constituem um **protocolo** [Ibidem].

A principal característica do RPC, é que cada interação entre o computador do usuário e o servidor implica em duas ações de comunicação, uma para pedir a execução do procedimento, e outra para notificar o computador do usuário com os resultados obtidos da execução do procedimento no servidor [Ibidem].

3.2.2 Aproximação Nova

Uma alternativa para o RPC é a RP (*Remote Programming* — Programação Remota). O paradigma RP mostra a comunicação computador a computador, como a habilidade de um computador não somente chamar um procedimento em outro computador, mas também para fornecer o procedimento para ser executado, conforme

figura 11. Cada mensagem que a rede transporta compreende um procedimento que o computador recebe para executar e os dados que são seus argumentos [White, 1996].

Em um importante refinamento, o procedimento é iniciado no computador remetente, mas continua a execução sobre o computador que recebeu o procedimento; os dados são o estado corrente do procedimento [*Ibidem*].

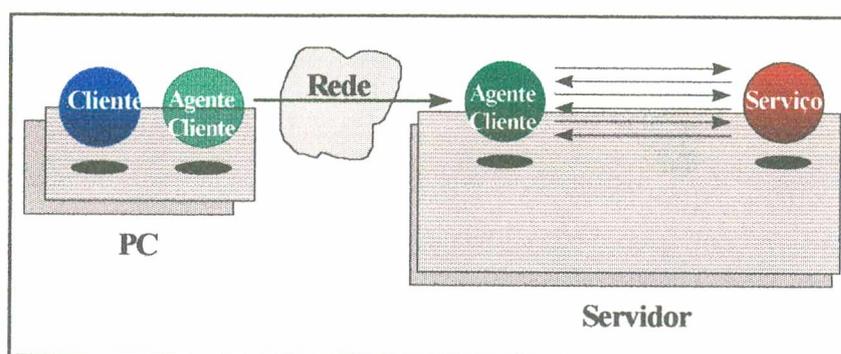


Figura 11 - Exemplo de uma Programação Remota [White, 1996].

Dois computadores que se comunicam seguindo o paradigma RP, combinam com antecedência as instruções que são permitidas em um procedimento e os tipos de dados que são permitidos em seu estado. Seus acordos (contratos) constituem uma **linguagem**. A linguagem inclui instruções que leva o procedimento a tomar decisões, examinar e modificar seu estado. Um procedimento e seus estado são rotulados como agentes móveis para enfatizar que ele representa o computador remetente enquanto estiver sendo executado no computador que recebeu o procedimento [*Ibidem*].

A principal característica do RP é que a rede transporta um agente entre ela. Interações em andamento não requerem comunicações em andamento [*Ibidem*].

3.3 Vantagens da Programação Remota sobre a Chamada de Procedimento Remoto

Conforme White (1996), a RP possui vantagens sobre a RPC, estas vantagens podem ser vistas em duas diferentes perspectivas: tática e estratégica.

A vantagem tática do RP sobre RPC é o desempenho. Em vez de mandar comandos através da rede, o computador do usuário pode enviar um agente para o servidor, e deste modo trabalhar localmente. Desta forma a rede transporta menos mensagens.

A vantagem do desempenho da RP depende em parte sobre a rede: quanto menor for sua disponibilidade e quanto maior for seu custo, maior será a vantagem.

A vantagem estratégica é a padronização. O agente permite ao *software* do usuário estender a funcionalidade oferecida pelo *software* do agente. Por exemplo, se o servidor de arquivos possui um procedimento para listar os arquivos do usuário, e outro para deletar um arquivo pelo nome, um usuário pode adicionar para aquele repertório, um procedimento que deleta todos os arquivos com uma data específica. O novo procedimento, o qual toma a forma de um agente, customiza o serviço para aquele usuário.

A vantagem da RP é significativa em uma rede *Intranet*, mais especialmente em uma rede pública onde servidores são construídos e operados pelo serviço público. Para introduzir uma nova aplicação baseada em RPC, é necessário uma decisão da empresa sobre a parte do fornecedor do serviço. Em uma ampliação baseada em RP, é necessário somente uma decisão de compra sobre a parte do usuário individual, deste modo a RP torna o mercado público.

3.4 Definição de Agente Móvel

Conforme Dale (1997), agentes móveis (ou transportáveis) são uma extensão direta da tecnologia cliente/servidor⁹. Agentes Móveis são uma classificação de agentes onde o fator predominante é a habilidade para transportar-se através da rede.

Para melhor entendimento deste conceito, a figura 12 ilustra a habilidade de um agente mover-se para um servidor de banco de dados, acessar o banco de dados, e retornar o resultado para o usuário [ITA, 1997b].

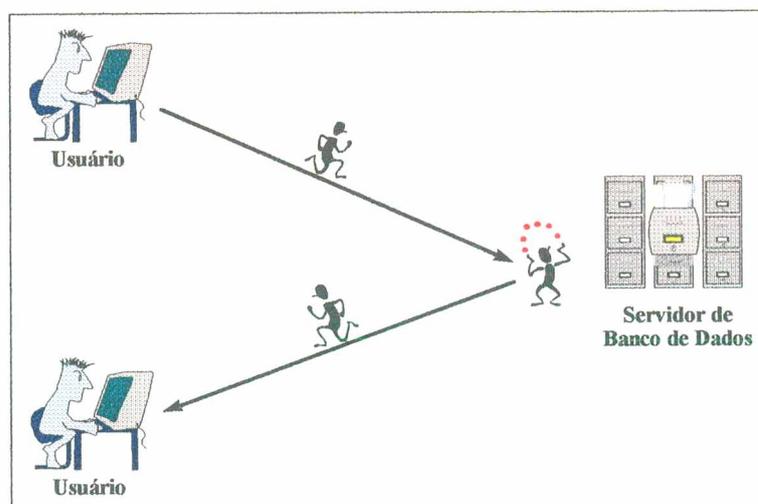


Figura 12 - Exemplo de Agente Móvel [ITA, 1997b].

Segundo Lingnau *et al* (1995), um agente móvel é composto por:

- **Código** - o programa que define o comportamento do agente.
- **Estado** - variáveis internas do agente, as quais se habilitam a continuar suas atividades após moverem-se para outro computador.

⁹ Conforme Dale (1997), na tecnologia cliente/servidor, um servidor oferece um conjunto de serviços e um cliente faz uso destes serviços.

- **Atributos** - descreve as informações do agente, sua origem e seu proprietário, a relação de movimentos executados, requerimentos de recursos, chaves de autenticação, etc.

3.5 Conceitos Básicos

Para melhor entendimento da tecnologia de agentes inteligentes, nesta seção são apresentados as descrições dos seguintes conceitos básicos: estado do agente, local, sistema de agente, autoridade do agente e nome do agente.

3.5.1 Estado do Agente

Quando o agente viaja pela rede, ele transporta seu estado e seu código com ele. Neste contexto, o estado do agente é o estado de execução do agente, ou os valores dos atributos do agente que ajudam ele a determinar o que fazer quando ele resume sua execução no seu destino [Crystaliz, 1997].

3.5.2 Local

Conforme White (1996), uma rede de computadores é modelada como uma coleção de locais. Um local oferece serviços aos agentes móveis que entram nele.

3.5.3 Sistema de Agente

De acordo com Crystaliz (1997), um sistema de agente é uma plataforma que pode criar, interpretar, executar, transferir e finalizar agentes. Um sistema de agente é identificado unicamente por seu nome e endereço.

Um *host* pode conter um ou mais sistemas de agentes. Um sistema de agente pode conter um ou mais locais e, um local pode conter um ou mais agentes [*Ibidem*].

3.5.4 Autoridade do Agente

A autoridade do agente identifica a pessoa ou organização para que o agente atua. Uma autoridade pode ser apta para ser identificada [Crystaliz, 1997].

3.5.5 Nome do Agente

De acordo com Crystaliz (1997), os agentes necessitam um nome através do qual possam ser identificados nas operações de gerenciamento, e possam ser localizados por intermédio de um serviço de procura de agentes.

3.6 Características dos Agentes Móveis

Conforme Dale (1997), sistemas de agentes móveis podem suportar diferentes conjuntos de funcionalidades e podem ser implementados de diferentes formas, mas todos eles possuem uma filosofia similar. A seguir é descrito as seguintes características chaves de agentes móveis: migração, aquisição de dados, determinação do caminho, e comunicação.

3.6.1 Migração

Mobilidade é a característica que permite os agentes moverem-se entre os nós da rede, mas migração é a função que controla como esta transferência é realizada. Embora um agente móvel seja essencialmente um processo executado, o fator que distingue isto de um processo normal é o fato que nem todas as instruções têm que ser executadas no mesmo nó da rede.

Conforme Dale (1997), existem duas aproximações para mover agentes entre nós de uma rede:

- **Orientado a Estado** - Este sistema permite mover os agentes em qualquer parte de sua execução; geralmente através de um comando para mover-se (como *go*, *jump* ou *move*). Quando este comando é inicializado, o estado atual do agente é encapsulado e transferido através da rede ao nó receptor. Uma vez recebido, a execução do agente retoma à instrução seguinte ao comando para mover-se. O estado de um agente pode ser armazenado pelo próprio agente ou por outra estrutura, ambas as tarefas não são triviais.
- **Sem Estado** - com um sistema sem estado, agentes podem mover-se em qualquer parte do código, mas sempre irão reiniciar sua execuções no início do código. Isto significa que antes do agente mover-se, toda a informação do estado deve ser escrita em um repositório de dados ou base de conhecimento que são encapsulados e transferidos com o agente. No nó receptor da rede, se isto for necessário, o agente precisa restabelecer manualmente seu estado do repositório.

3.6.2 Aquisição de Dados

Os agentes móveis interrogam seu ambiente local para adquirir a informação necessária para alcançar seus objetivos. Estas informações necessitam ser filtradas localmente pelo agente antes de serem armazenadas, com o agente, ou enviados para algum destino (nó da rede original do agente). Portanto, agentes móveis precisam fazer uma apreciação dos recursos com o qual eles estão trabalhando [Dale, 1997].

3.6.3 Determinação do Caminho

De acordo com Dale (1997), após o agente ter acabado o processamento em um nó da rede, ele pode tomar uma decisão de mover-se para outro nó. A aquisição dos dados para essa decisão pode ser realizada por três métodos:

- **Predeterminação** - neste método, os destinos que o agente deve visitar são conhecidos quando o agente é executado. Este método é geralmente utilizado em situações onde as atividades de um agente precisam ser controladas, por exemplo, onde a ordem na qual os nós da rede são visitados é importante.
- **Determinação Dinâmica** - este método dita que o agente é livre para escolher os nós da rede que ele pode visitar. O agente móvel pode simplesmente realizar uma escolha randômica, ou pode tomar uma decisão baseada sobre seu próprio conhecimento, ou informações obtidas junto a outros agentes.
- **Determinação Híbrida** - este método é uma união dos métodos predeterminação e determinação dinâmica. Neste método é dado uma lista de locais que o agente pode (ou não) visitar, podendo ter uma descrição se um nó oferece dados ou serviços que são compatíveis com os objetivos do agente. Este método é geralmente utilizado em situações onde a velocidade do retorno dos dados é mais importante que a profundidade de dados alcançados.

3.6.4 Comunicação

Para Dale (1997), a habilidade do agente comunicar é fundamental para sistemas de agentes móveis. Existem dois métodos para a comunicação de agentes acontecer:

- **Orientado a Rede** - comunicação de agentes através de algum mecanismo baseado em rede, tal como passagem de mensagens. Isto significa que as partes que estão se comunicando não precisam estar residindo sobre o mesmo nó ou sobre a mesma rede.
- **Orientado a nó** - comunicação através de algum mecanismo de comunicação inter-processo local, tal como arquivos ou compartilhamento de memória. Isto significa que as partes que estão se comunicando devem ser executadas sobre o mesmo nó da rede.

Conforme Dale (1997), a comunicação pode acontecer de duas formas:

- **Sincronamente** - as partes que irão se comunicar devem estar sincronizadas antes dos dados serem transferidos. Esta forma de comunicação é geralmente utilizada em situações onde a transferência de dados é importante e precisa ser confirmada ou há a necessidade de uma comunicação interativa.
- **Assincronamente** - as partes que irão se comunicar podem se comunicar entre si livremente. Esta aproximação é mais utilizada para transferir dados informativos.

De acordo com Dale (1997), os agentes podem conversar com as seguintes partes:

- **Ambiente Local** - são restritos aos agentes móveis comunicarem-se com o ambiente de rede local para assegurar que o problema de transferência de dados intermediários associados com o problema do paradigma cliente/servidor não aconteça; eles devem mover-se entre ambientes locais para acessar dados. Somente é permitido aos agentes comunicarem-se com ambientes remotos para verificar os recursos ou serviços que existem lá.

- **Outros Agentes** - a comunicação entre agentes é útil em vários contextos; para permitir que os agentes compartilhem informações sobre nós, para permitir que os agentes tenham acesso a bases de conhecimentos de outros agentes e na coordenação de atividades entre agentes para trabalho colaborativos.
- **Usuários** - em algum ponto, agentes móveis precisam comunicar seus resultados para o usuário que os iniciou. Tipicamente, agentes móveis anotam seus dados com um agente, para o nó da rede do usuário, e este então apresenta a informação como ela é ou pré-processa ela de algum modo.

3.7 Aplicações de Agentes Móveis

Conforme Lingnau e Drobnik (1995), agentes móveis podem ser utilizados em diferentes tipos de aplicações, conforme tabela 6.

Aplicações	Descrição
Recuperação de Informação	A recuperação de informação na rede pode ser realizada muito mais eficazmente se um agente que representa uma pesquisa pode mover-se para o local onde os dados estão armazenados de fato, em vez de ter que mover todos os dados pela rede para filtrar as informações necessárias (e descartando a maioria da transmissão subsequentemente).
Gerenciamento de Rede	Em grandes redes, com centenas ou milhares de computadores conectados, operações que monitoram e descobrem falhas são muito difíceis e envolvem grandes quantidades de dados. Não é possível pré-fabricar programas de diagnósticos para todas as eventualidades, mas seria possível usar os agentes móveis para manter o sistema, detectando possíveis dificuldades ou gargalos de desempenho e levando-os ao administrador da rede.
Comércio Eletrônico	Os negócios sobre a Internet estão se tornando uma realidade e como padrões para pagamentos eletrônicos. Agentes móveis podem auxiliar na localização de serviços, ou bens mais baratos, negociar ou até mesmo concluir transações empresariais em nome de seus donos.

Tabela 6 - Aplicações de Agentes Móveis.

Aplicações	Descrição
Computação Móvel	Computadores portáteis ficam menores e mais rápidos, mas o provável acesso para uma infra-estrutura de informação fixa é lenta e incômoda devido as restrições sobre a transmissão de rádio. Além de minimizar a quantidade de dados transmitidos, os usuários não querem permanecer on-lines enquanto alguma pesquisa complicada é realizada. Agentes móveis oferecem um modo promissor fora deste dilema: os usuários simplesmente submetem agentes móveis a realizarem suas pesquisas e esperam pelos resultados destas pesquisas realizadas pelos agentes em um momento posterior, podendo assim desconectar seus computadores da rede ou desliga-los.

Tabela 6 - Aplicações de Agentes Móveis (continuação).

3.8 Sistemas de Agentes Móveis

Com o interesse que agentes móveis vêm recebendo, como uma potente ferramenta para auxiliar no controle de informação do usuário, um número cada vez maior de sistemas vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de facilitar a construção de agentes móveis, conforme tabela 7.

Sistemas	Descrição
Concórdia	Foi implementado em linguagem Java, a fim de assegurar uma plataforma independente entre agentes móveis. Oferece uma estrutura completa para o desenvolvimento e gerenciamento de aplicações de agentes móveis [ITA, 1997c].
	Tem como objetivos, prover apoio para agente móveis flexíveis, colaboração do agente, persistência do agente, transmissão fidedigna, e segurança do agente [Ibidem].
Agent Tcl	É um sistema de agente transportável. Os agentes são escritos em uma versão estendida do Tcl. Cada agente pode suspender sua execução em um ponto arbitrário, transportar-se para outra máquina e resumir a execução sobre a nova máquina [Gray, 1995].
Telescript	É uma linguagem de programação orientada a objeto, desenvolvida para suportar agentes móveis ,no qual a migração orientada a estado é vista como a operação básica (o qual é realizado pela instrução go) [Dale apud White, 1996]. Uma máquina Telescript existe em cada local para aceitar e identificar a migração de agentes e, reiniciar a execução de agentes na declaração imediatamente após o comando go [Ibidem].

Tabela 7 - Sistemas de Agentes Móveis.

Sistemas	Descrição
TACOMA	<p>O Tacoma é baseado em UNIX e TCP, e foi implementado em C. O sistema suporta agentes escritos em C, Tcl/Tk, Perl, Python, e Scheme (Elk) [Johansen e Sudmann, 1997].</p> <p>É uma ferramenta que providencia suporte de sistema operacional pelos agentes e as aplicações de agentes para problemas que são enviados tradicionalmente através de sistemas operacionais. Providencia a criação e comunicação de agentes, onde migração de agente é o método de comunicação utilizado, diminuindo assim o fluxo de comunicação na rede [<i>Ibidem</i>].</p>
Mole	<p>Este sistema permite escrever e executar agentes móveis escritos em Java [Holh, 1996].</p> <p>Este sistema possui as seguintes características: permite a migração de agentes Java com código e dados, a comunicação entre agentes via mensagem e um RPC Java localmente ou globalmente, a execução segura do agente, o controle de acesso para recursos de sistema e o endereçamento dos agentes por seus nomes [<i>Ibidem</i>].</p>
Aglet Workbench	<p>É um ambiente para construção de aplicações baseadas em rede que utilizam agentes móveis para pesquisar, acessar e manejar dados corporativos e outras informações [Lange e Chang, 1996].</p>

Tabela 7 - Sistemas de Agentes Móveis (continuação).

Para desenvolver o protótipo do sistema de compra e venda, precisou-se um servidor de agentes móveis. Tinha-se a opção de desenvolver este servidor ou utilizar servidores já desenvolvidos que oferecessem as características necessárias. Optou-se pela utilização de servidores já desenvolvidos, a fim poder concentrar-se no desenvolvimento da estrutura proposta.

Foram analisados os seguintes sistemas, baseados na linguagem de programação Java, devido opção anterior de desenvolver agentes nesta linguagem: Concordia, Aglet Workbench e Mole.

O sistema escolhido foi o Concordia, pois é de fácil assimilação, permite a criação de aplicativos para aplicações móveis, segurança e confiabilidade na execução dos agentes, permite a alteração dinâmica do itinerário (caminho a ser percorrido) do agente e apresenta um mecanismo de comunicação orientado a troca de eventos entre os agentes.

3.9 Concordia

O Concordia é um sistema para desenvolvimento de aplicações de agentes móveis, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas Horizonte, da *Mitsubishi Electric Information Technology Center America* (ITA) [ITA, 1997d].

Este sistema oferece um esquema flexível para invocar dinamicamente métodos arbitrários dentro de uma aplicação de agente comum, e estende a noção de interação de agente simples com suporte para colaboração de agente, o qual permite aos agentes modificar os estados externos (por exemplo, um banco de dados), como também estados internos de agentes. Ele providencia suporte para persistência de agente e recuperação, e garante a transmissão de agentes através da rede [ITA, 1997c].

Foi implementado totalmente na linguagem Java, para garantir a independência de plataforma entre aplicações de agentes. Para o desenvolvimento de aplicações de agentes, também é utilizado a linguagem Java. Este sistema possui versão disponível para rodar sobre os sistemas operacionais *Windows 95*, *Windows NT* e *Solaris 2.3, 2.4, 2.5, 2.5.1* [ITA, 1997d].

3.9.1 Arquitetura

O sistema Concordia consiste de vários componentes, os quais combinados providenciam um ambiente completo e robusto para aplicações de agentes móveis, conforme figura 13.

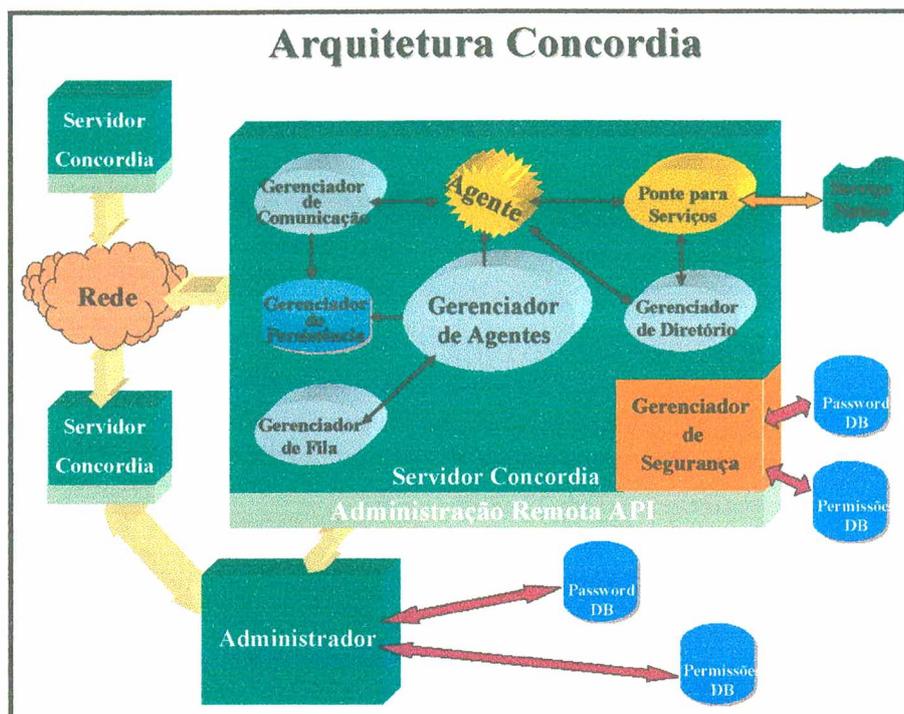


Figura 13 - Arquitetura do Sistema Concordia [ITA, 1997d].

A seguir são descritos cada um dos componentes que compõe a arquitetura do sistema [ITA, 1997a]:

- **Administrador** - A administração da rede Concordia é exercida pelo Gerente de Administração, em cooperação com os serviços Concordia rodando sobre os vários nós sob administração. O Administrador administra todos os serviços executado, inclusive os Servidores Concordia, o gerenciamento de segurança e de eventos, etc. O Administrador suporta administração remota de uma local central. Somente um Administrador é necessários para a rede Concordia, embora pode ser empregado mais Administradores conforme necessidade.
- **Agentes** - Os agentes são os aplicativos desenvolvidos pelos programadores, que irão rodar sobre o servidor Concordia.
- **Gerenciador de Comunicação** - Controla o registro, envio e a notificação de eventos para agentes e de agentes. Este gerenciador pode notificar os agentes de evento em qualquer nó da rede Concordia. O gerenciador de

comunicação trabalha em conjunto com o Servidor Concordia para distribuir eventos. Uma função importante é suportar colaboração.

- **Gerenciador de Agentes** - Providencia suporte básico para mobilidade, contexto de execução para agentes, administração remota de agentes, e meios para um agente alterar seu próprio itinerário (locais a serem visitados) [ITA, 1997d].
- **Gerenciador de Diretórios** - Fornece uma nomenclatura global para aplicações de agentes, afim de possibilitar ao agentes achar serviços na rede.
- **Gerenciador de Fila** - É responsável pelo escalonamento e re-tentativa das transferências de agentes entre sistemas Concordia. Estas características incluem a manutenção de agentes, como eles esperam a oportunidade para executar seus trabalhos, mantendo seus estados persistentes conforme entram e deixam o sistema, para repetir novamente quando os sistemas estiverem desconectados da rede.
- **Gerenciador de Persistência** - Mantém o estado de agentes em trânsito na cadeia. Como benefício, permite marcar um ponto de execução e reiniciar agentes no caso de falha do sistema, deste modo garante a confiabilidade para procedimentos críticos. Este gerenciador é completamente transparente em sua operação, quer dizer, nem os agentes nem o administrador precisam controlar ou monitorar sua operação.
- **Gerenciador de Segurança** - É responsável por identificar os usuários, autenticar os agentes, proteger recursos do servidor e assegurar a segurança e integridade dos agentes e seus estados, assim como as transferências de agente entre sistemas.
- **Ponte para Serviços** - É uma característica que torna possível a um programador de aplicações de agentes adicionar serviços nativos, para

um Servidor Concordia suportar os agentes quando estes transferem-se ao servidor. As pontes para serviços podem ser gerenciadas remotamente utilizando a API de administração remota. A ponte para serviços é utilizado para providenciar acesso controlado para serviços de sistema nativos [ITA, 1997d].

- **Servidor Concordia** - Providencia uma infra-estrutura de comunicação, que permite os agentes serem transmitidos e recebidos através dos nós da rede. Ele abstrai as interfaces de rede, para que os programadores não precisem conhecer nenhuma rede, nem programar qualquer interface de rede. O servidor também administra o ciclo de vida do agente. Providencia a criação e destruição de agentes, e um ambiente no qual os agentes são executados.

3.9.2 Vantagens do Concordia

Conforme ITA (1997a), o Sistema Concordia proporciona uma série de vantagens sobre o desenvolvimento de aplicações utilizando agentes móveis. A seguir são descritas as principais vantagens:

- **Concordia é escrito em Java** - É portátil, roda em plataformas grandes e pequenas, e integra-se facilmente com aplicações e arquiteturas existentes.
- **Providencia agentes Concordia para aplicações móveis** - Agentes apoiam computação móvel, como também processamento *off-line* e operação desconectada. Estas aplicações são escritas com pouco ou nenhum conhecimento das comunicações subjacentes que eles empregam. O Concordia torna invisível os detalhes ao programador e usuário, como também permite ao agente adaptar e administrar o seu ambiente.

- **Segurança** - Cada agente possui a identidade do usuário que criou ele, e as operações que o agente executará estão sujeitas às permissões do mesmo usuário. Cada agente é transmitido seguramente pela rede, e nenhum código adicional é requerido para providenciar uma operação segura e distribuída.
- **Confiabilidade** - Todos os agentes Concordia têm seus estados armazenados antes da execução pelo gerenciador de persistência, afim de possibilitar a recuperação destes caso aconteça alguma falha no servidor. Conjuntamente com o gerenciador de fila, os agentes são transferidos pela rede de forma segura e confiável.
- **Colaboração** - O conceito de colaboração é importante e útil ao programador de agente. Pode providenciar vários benefícios, tais como, habilitar operações paralelas sobre múltiplos servidores ou múltiplas redes. Pode dividir uma tarefa em sub-tarefas, e estas podem ser transferidas para os locais (servidores) mais apropriados. Os resultados destas sub-tarefas são agrupados através da colaboração.

3.10 Considerações Finais

A tecnologia de agentes inteligentes combinada com o paradigma de agentes móveis, tem-se mostrado uma técnica poderosa para o comércio eletrônico, devido à capacidade dos agentes trabalharem na resolução de problemas complexos, diminuindo o trabalho humano, e a capacidade de migração dos agentes, a qual melhora a utilização dos meios de comunicação, diminuindo o fluxo de comunicação.

CAPÍTULO IV

PROCESSOS DE COMPRA E VENDA

4.1 Introdução

Antigamente o ato de venda era realizado de forma mais artesanal, onde os fabricantes confeccionavam seus produtos e os vendiam às pessoas com as quais tinham amizade [Robinson e Hall, 1971].

No comércio moderno, com a globalização do mercado, este tipo de prática desapareceu, pois a maioria dos fabricantes de hoje produz mercadorias para mercados regionais, nacionais ou internacionais.

Com o surgimento de novos fabricantes e novos mercados, ocorreu um aumento significativo nas opções de onde comprar e para quem vender.

4.2 Conceito

Conforme Kelley (1972), uma compra e uma venda ocorrem quando um comprador¹⁰ e um vendedor trocam seus direitos de propriedade sobre bens econômicos - nos setores varejistas¹¹, atacadistas¹², ou onde quer que exista um mercado¹³. Podem ocorrer nas casas, nas fábricas, pelo telefone, ou onde quer que um comprador e um vendedor possam comunicar-se.

4.3 Processo de Compra

Para realizar uma compra, a empresa (ou consumidor) precisa executar uma série de passos, a fim de que os objetivos da compra (preço, qualidade, quantidade, etc) sejam atingidos da melhor forma possível. A estes passos é dado o nome de processo de compra.

De acordo com Chiavenato (1995), o processo de compra de uma empresa (o qual serve também para o consumidor) é composto pelas seguintes fases:

- **Pesquisa do Mercado¹⁴ de Fornecedores** - É a fase que antecede o processo de compra dos itens requisitados, em que o comprador pesquisa os possíveis fornecedores a quem enviará os futuros pedidos de compra.

¹⁰ A palavra comprador é utilizado neste texto para referenciar tanto o sentido de comprador, como consumidor. Comprador é toda a pessoa que compra uma mercadoria mas não a consome, e consumidor é a pessoa que compra para seu próprio consumo.

¹¹ Varejista é definido por Kelley (1972) como um negociante ou, ocasionalmente, um agente, cuja atividade principal é vender diretamente ao consumidor final.

¹² Atacadista, é um negociante que compra mercadorias e as revende aos varejistas e a outros negociantes e/ou consumidores industriais, governamentais e comerciais, quase não vendendo diretamente aos consumidores finais [Kelley, 1972].

¹³ Kelley (1972), define mercado como o conjunto de forças ou condições dentro das quais os compradores e os vendedores tomam decisões que resultam na transferência de bens e serviços.

¹⁴ Pesquisa do Mercado, ou estudo do mercado, é o levantamento e a investigação dos fenômenos que ocorrem no processo de trocas e de intercâmbios de mercadorias do produtor (fabricante) ao consumidor. Representa a coleta de informações úteis para que se possa conhecer o mercado, seja para comprar matérias-primas ou mercadorias, seja para vender produtos ou serviços [Chiavenato, 1995].

No caso do consumidor, fase em que ele seleciona os fornecedores que irá visitar.

- **Recebimento da Ordem de Compra** - A ordem de compra é um formulário a ser preenchido pelo órgão que requisita um determinado item para suprir suas necessidades. Se o comprador for um consumidor, nem sempre a necessidade de compra é escrita em um papel, ficando muitas vezes armazenado na memória deste.
- **Cotação de Preços e de Condições de Pagamento** - A partir da ordem de compra, o comprador realiza uma pesquisa de preço (qualidade, gostos, etc) junto aos fornecedores cadastrados e prepara o mapa de cotação de preços¹⁵.
- **Escolha do Fornecedor mais Adequado** - Baseado no mapa de cotação de preço, o comprador verifica e compara as condições oferecidas pelos diversos fornecedores no que se refere a: capacidade de fornecimento, preço, condições de pagamento, prazo de entrega e qualidade, e escolhe o fornecedor mais adequado dentre os disponíveis no mercado.
- **Pedido de Compra** - Com o fornecedor escolhido, o comprador emite o pedido de compra, definindo os itens, características e especificações, qualidades, preços, condições de pagamento e prazo de entrega. O pedido de compra representa o contrato de compra de um determinado item a um determinado fornecedor.
- **Acompanhamento do Pedido de Compra** - Após realizado o pedido de compra, o comprador precisa certificar-se de que ele será realmente cumprido pelo fornecedor.

¹⁵ Mapa de cotação de preços é uma tabela de dupla entrada feita para cada item a ser comprado. Nas linhas laterais estão os diversos fornecedores disponíveis, e nas colunas seguem os elementos a serem comparados [Chiavenato, 1995].

- **Recebimento do Material** - É a fase final do processo de compras, onde o item é recebido pela empresa (consumidor), inspecionado e conferido quanto à quantidade e à qualidade.

4.4 Processo de Venda

Para realizar uma venda, a empresa (fornecedor) precisa executar vários passos, a fim de saber onde os consumidores estão localizados, onde e como compram, suas características quanto a preço ou características do produto; e escolher os meios mais adequados de levar seus produtos ou serviços até eles.

Chiavenato (1995), define os passos necessários para se efetuar uma venda como o processo de venda. O processo de venda é composto pelas seguintes fases:

- **Pesquisa do Mercado de Consumidores** - É a fase inicial do processo de vendas. Nesta fase, o fornecedor realiza uma pesquisa de mercado para obter informações sobre os consumidores dos produtos que a empresa pretende colocar no mercado: onde estão localizados, seus hábitos de compras, poder aquisitivo, etc. A pesquisa de mercado procura avaliar a aceitação dos produtos pelos consumidores.

- **Propaganda** - É a fase em que a empresa procura divulgar aos consumidores, a imagem do produto ou serviço, a marca, sua utilidade, suas vantagens frente aos concorrentes, visando conquistar a preferência dos consumidores. A propaganda, é uma comunicação de massa, a qual pode ser divulgada por vários meios de comunicação, tais como: rádio, televisão, jornais, revistas, etc.

- **Venda** - Nesta fase é realizado a venda propriamente dita, a qual consiste na transferência do produto ou serviço do fornecedor ao consumidor. A venda pode ser efetuada de duas maneiras: Pessoal - na venda pessoal existe um contato direto entre o fornecedor e o consumidor, como por exemplo nas vendas de porta em porta, nos estabelecimentos comerciais, etc, e Impessoal - é a venda na qual o comprador não

mantém contato com o fornecedor, como nas máquinas de vendas¹⁶, telemarketing, catálogos de correio, etc.

- **Promoção de Vendas** - Nesta fase, procura-se promover ou acelerar as vendas do produto ou serviço. A promoção de vendas pode ser direcionada aos fornecedores (treinamento, fornecimento de manuais, etc) ou sobre os consumidores (demonstrações, amostras, descontos, etc). As promoções geralmente são utilizadas quando houverem: estoques elevados, lançamento de novos produtos, sucesso da concorrência e sazonalidade ou ciclicidade das vendas.

- **Canais de Distribuição** - Os canais de distribuição representam os meios através dos quais os produtos fluem do produtor (fornecedor) ao consumidor.

Os canais de distribuição podem ser representados conforme a figura 14.

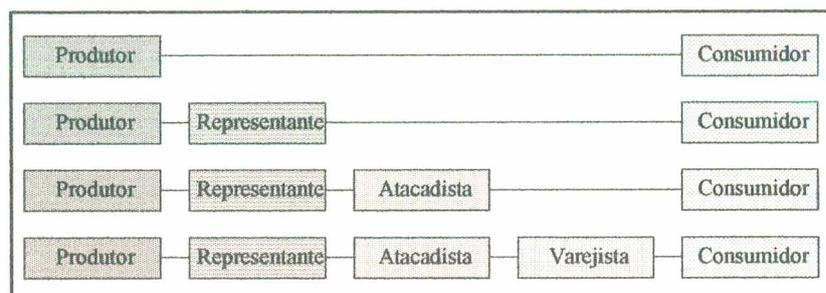


Figura 14 - Representação dos canais de distribuição [Chiavenato, 1995].

- **Merchandising** - Esta fase envolve todos os aspectos relacionados com a apresentação do produto ou serviço que a empresa pretende colocar no mercado, como por exemplo: características, tamanho, nome, marca, embalagem, etc.

- **Pós-Venda** - É a última fase do processo de venda. Nesta fase pretende-se monitorar o consumidor quanto ao uso e apreciação do produto ou serviço adquirido,

¹⁶ Máquinas de vendas são máquinas operadas pelo consumidor e que funcionam mediante a introdução de dinheiro [Kelley, 1972].

para certificar-se de que o consumidor está satisfeito com a compra realizada e com o atendimento recebido.

4.5 Tendências do Comércio

A abertura da economia juntamente com o desenvolvimento da *Internet* e outras tecnologias, fizeram com que o número de empresas concorrentes aumentasse significativamente, provocando a queda dos preços e o aumento da qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

De acordo com Stüpp *apud* Schneider (1997), presidente da Confederação Nacional dos Dirigentes Lojistas (CNDL), o futuro pertence às grandes redes e grandes marcas, e às lojas pequenas que tenham como diferencial o preço e o atendimento e ao mercado de vendas eletrônicas.

Stüpp, salienta ainda que as novas oportunidades de mercado apontam uma tendência de crescimento nas vendas não tradicionais (como *Internet*, *TV shop* e *malas diretas*).

Conforme Adkisson *apud* Tapscott (1997), gerente de operação e desenvolvimento comercial da Nordstrom, o segredo para o sucesso no futuro é “estar onde os clientes querem estar”.

Com o crescimento do número de usuários da *Internet* a cada ano, conforme figura 15, estima-se que haverá mais de 1 bilhão de usuários da *Internet* antes do final da década [Tapscott, 1997]. As pessoas irão cada vez mais trabalhar fora dos escritórios (em escritórios virtuais), utilizando a *Internet* para realizar seus negócios, com isto, a *Internet* torna-se o canal de distribuição mais promissor para o comércio moderno.

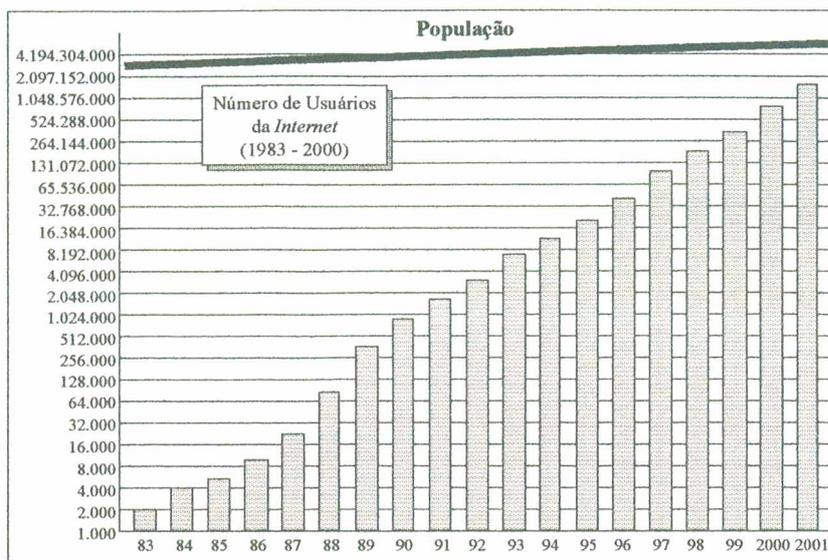


Figura 15 - Número estimado de usuários da *Internet* - 1993-2001 [Tascott, 1997].

Fonte: @ New Paradigm Lernaing Corporation, 1996.

Segundo dados divulgados no RISCON 97, evento organizado pela Confederação dos Varejos Americanos, 18% das pessoas que já visitaram a *Internet* acabaram comprando algum produto via *Internet*. Já o valor médio das compras é de US\$ 50 por mês [Schneider, 1997].

Na figura 16, mostra-se o que as pessoas mais gostariam de comprar na *Internet*, segundo fonte do Karstadt Group - Alemanha [*ibidem*].

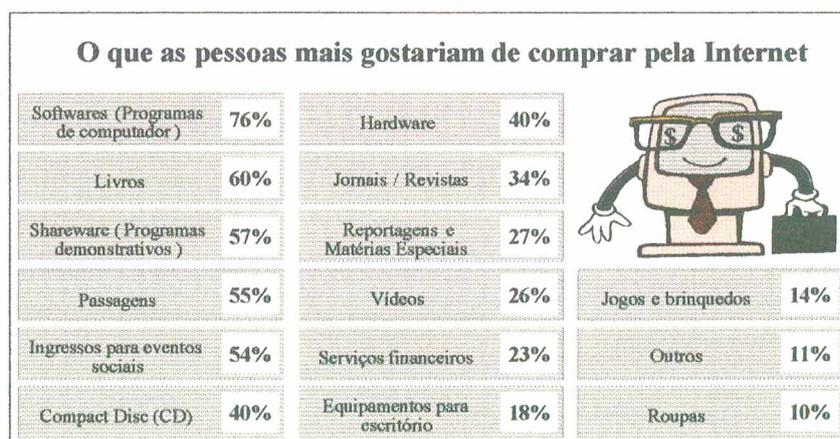


Figura 16 - O que as pessoas mais gostariam de comprar pela *Internet* [Schneider, 1997].

Fonte: Karstadt Group - Alemanha.

De acordo com Stüpp *apud* Schneider (1997), “Daqui a 5 anos, a *Internet* vai ser responsável por pelo menos 30% das vendas totais do comércio”.

4.6 Considerações Finais

A globalização fez com que, tanto os vendedores quanto os compradores, tivessem que adotar processos mais elaborados ao realizar as tarefas de compra ou venda de produtos. O objetivo é atingir um conjunto de requisitos (preço, qualidade, etc, para compra, e clientes, promoções e outros, para venda) necessários para se obter êxito nestas tarefas.

Quanto aos canais de distribuição dos produtos, houve um avanço muito grande. Muitas mercadorias passaram a ser vendidas por telefone, máquinas e computadores (utilizando a *Internet*), sendo a utilização da *Internet* o canal mais promissor.

Mesmo com todos estes avanços que estão surgindo nos processos de compra e venda, o ser humano ainda é o responsável pela execução (pesquisa de clientes/fornecedores, cotação de preço, avaliação, etc) da maioria dos passos necessários para realização destes.

Os consumidores e fornecedores, necessitam de uma comunicação mais ágil e processos mais eficientes e com menos custos, a fim de aproximar a relações de compra e venda entre ambos.

A tecnologia de agentes inteligentes combinada com as facilidades da *Internet*, tem-se mostrado uma técnica poderosa para tratamento de problemas como a automatização e diminuição de custos das tarefas, pois possibilita que tarefas complexas, antes executadas apenas pelos seres humanos, possam ser executadas pelo computador.

CAPÍTULO V

ESTRUTURA DE AGENTES PARA OS PROCESSOS DE COMPRA E VENDA

5.1 Introdução

Neste trabalho é criada uma estrutura de agentes para a realização das tarefas de pesquisa de fornecedores, levantamento, avaliação e pedido de compra de produtos relativas ao processo de compra e às tarefas de pesquisa de consumidores, distribuição de propaganda, venda de produtos e consultas de pós-venda relativas ao processo de venda, de forma a diminuir a necessidade dos seres humanos para executar tais tarefas, conforme demonstra a figura 17.

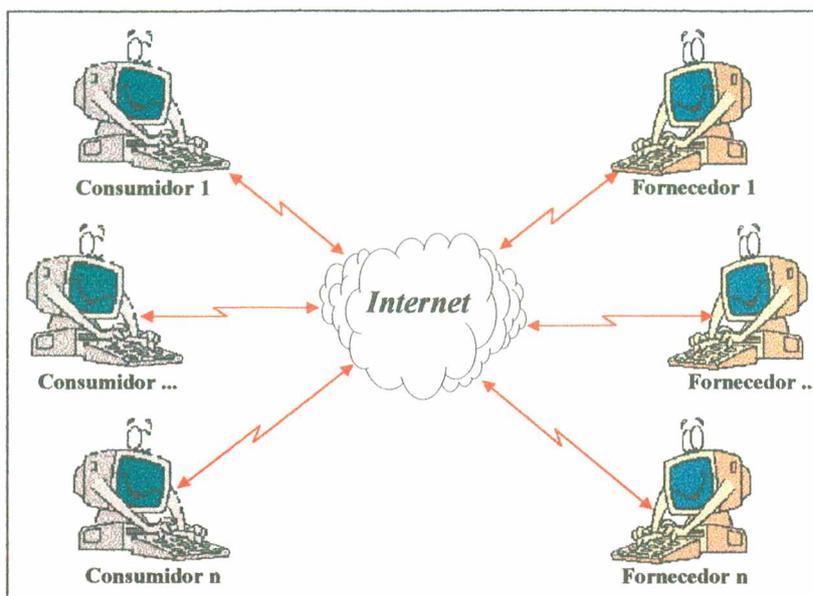


Figura 17 - Representação da execução dos Processos de Compra e Venda Propostos.

5.2 Estrutura de Agentes Proposta

A estrutura desenvolvida consiste em uma arquitetura multi-agentes, os quais colaboram e comunicam-se entre si, de forma a permitir a execução dos processos necessários à realização da compra e da venda.

Os agentes que compõem esta estrutura estão divididos entre os que atuam no processo de compra e os agentes que atuam no processo de venda, conforme a figura 18.

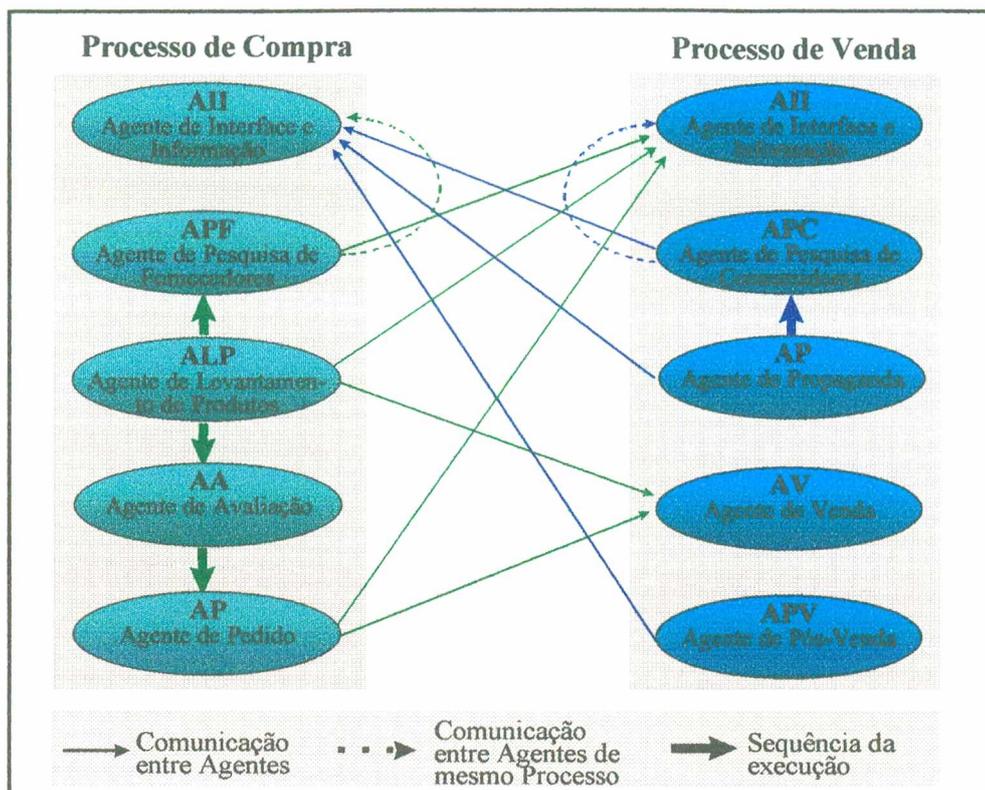


Figura 18 - Visão Geral da Estrutura de Agentes para os Processos de Compra e Venda

A figura 18, além de mostrar os vários agentes que atuam nos processos de compra e venda, permite visualizar o fluxo de comunicação que ocorre entre os agentes e a seqüência de execução imposta por alguns deles, da seguinte maneira:

- O agente de interface e informação, do processo de compra, comunica-se com os demais agentes deste processo, e é responsável por executá-los. O mesmo acontece com o agente de interface e informação do processo de venda.

- O sinal (\rightarrow) representa as comunicações estabelecidas entre os agentes do processo de compras e os agentes do processo de vendas, ou vice-versa.

- O sinal (\longrightarrow) é referente à comunicação estabelecida entre o agente de levantamento de fornecedores (de um determinado consumidor) com agentes de interface e comunicação de outros consumidores, ocorrendo o mesmo com o agente de levantamento de consumidores.

de

- O sinal (➡) significa que um determinado agente, no decorrer ou no final de sua execução, comunica-se com outro agente do mesmo processo (compra ou venda) solicitando que continue com a execução ou que execute alguma tarefa para ele.

al

5.2.1 Agentes do Processo de Compra

O processo de compra, como visto anteriormente, é composto por uma série de fases, as quais permitem ao consumidor atingir os objetivos da melhor forma possível.

Baseado nestas fases, foram criados vários agentes para atuarem neste processo, a fim de que cada agente seja especialista em uma determinada área.

Os agentes deste processo, possuem uma arquitetura básica, composta por sensores, atuadores, base de conhecimento (possuindo uma base de preferências do cliente e uma base de casos referentes aos fornecedores e produtos) e um mecanismo de inferência.

5.2.1.1 Agente de Interface e Informação

O agente de interface e informação é responsável pela comunicação com o usuário e os demais agentes, conforme figura 19.

O ciclo de vida do agente de interface e informação é controlado pelo usuário.

5.2.1.2 Agente de Pesquisa de Fornecedores

O agente de pesquisa de fornecedores tem como função buscar e selecionar possíveis fornecedores.

De acordo com a figura 20, este agente é controlado pelo agente de interface e informação que executa-o quando achar necessário.

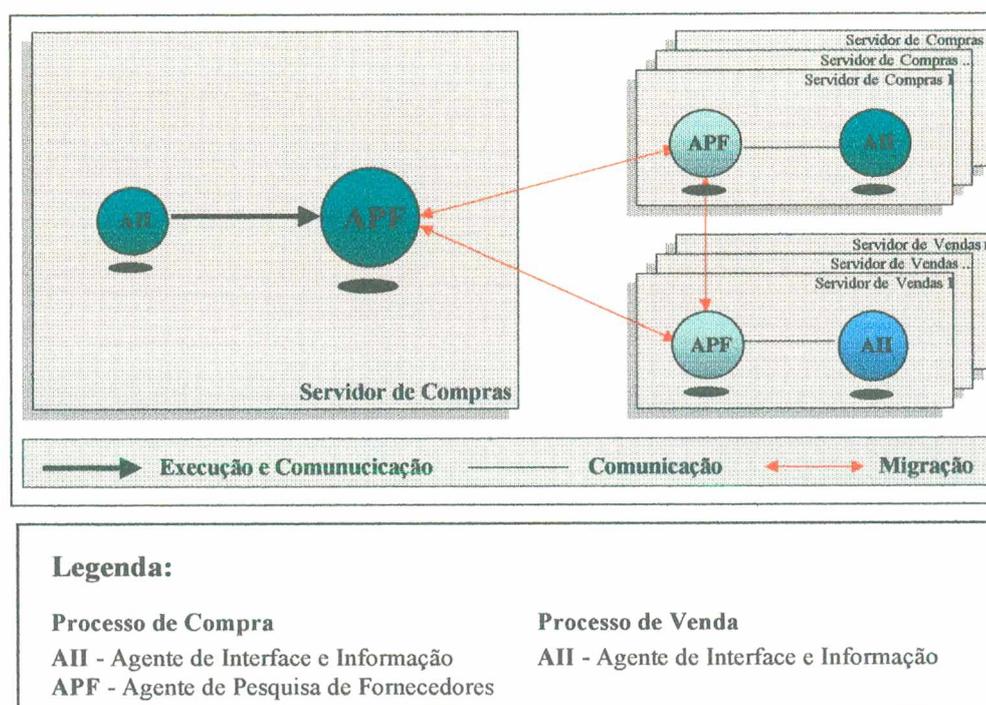


Figura 20 - Ciclo de Vida do Agente de Pesquisa de Fornecedores.

Após ter sido executado (instanciado), este irá executar os seguintes passos: move-se para a máquina dos fornecedores já cadastrados a fim de obter a relação de seus clientes; move-se para a máquina dos clientes para obter informações sobre os fornecedores já cadastrados e sobre novos fornecedores; move-se para a máquina dos novos fornecedores que achar interessante (baseado no conhecimento adquirido através de regras e de casos) para obter as informações necessárias para o seu cadastramento junto ao agente de interface e informação; e por fim, de posse destas informações retorna para a máquina do usuário para repassar as informações colhidas para o agente de interface e informação.

5.2.1.2 Agente de Pesquisa de Fornecedores

O agente de pesquisa de fornecedores tem como função buscar e selecionar possíveis fornecedores.

De acordo com a figura 20, este agente é controlado pelo agente de interface e informação que executa-o quando achar necessário.

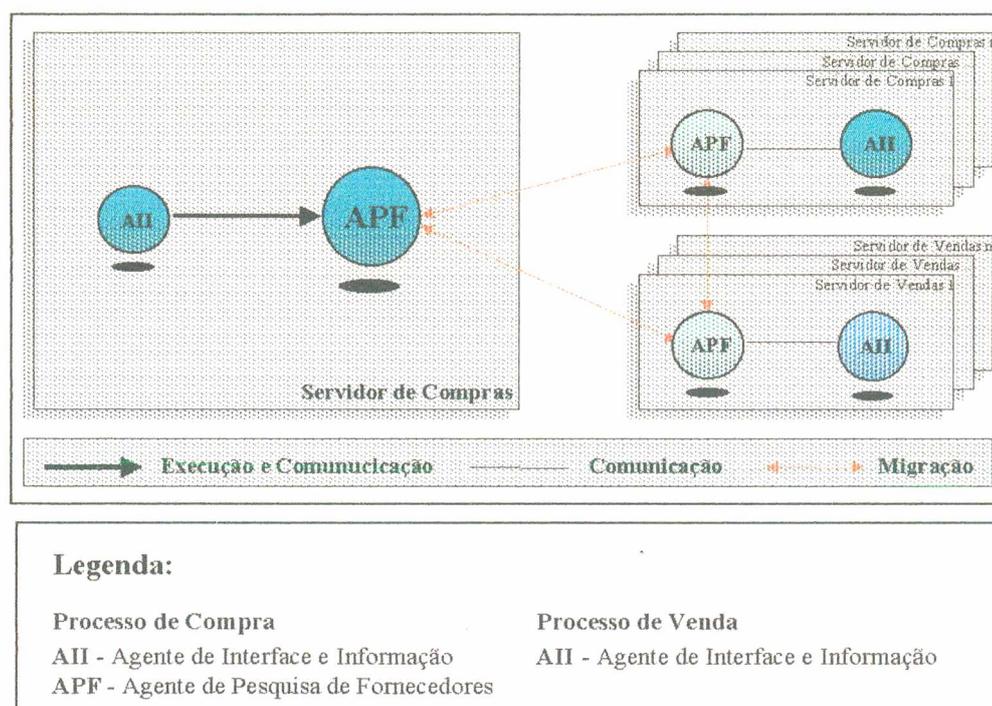


Figura 20 - Ciclo de Vida do Agente de Pesquisa de Fornecedores.

Após ter sido executado (instanciado), este irá executar os seguintes passos: move-se para a máquina dos fornecedores já cadastrados a fim de obter a relação de seus clientes; move-se para a máquina dos clientes para obter informações sobre os fornecedores já cadastrados e sobre novos fornecedores; move-se para a máquina dos novos fornecedores que achar interessante (baseado no conhecimento adquirido através de regras e de casos) para obter as informações necessárias para o seu cadastramento junto ao agente de interface e informação; e por fim, de posse destas informações retorna para a máquina do usuário para repassar as informações colhidas para o agente de interface e informação.

5.2.1.3 Agente de Levantamento de Produtos

O agente de levantamento de produtos, tem como objetivo realizar o levantamento de produtos junto aos fornecedores credenciados.

Conforme figura 21, o agente de interface e informação de posse do pedido do usuário, executa o agente de levantamento de produtos que seleciona os fornecedores a serem visitados, levando-se em conta os produtos requeridos e as preferências (base de regras e base de casos) do usuário. Após selecionar os fornecedores a serem pesquisados, move-se para a máquina de cada um dos fornecedores e solicita informações (preço, condições de pagamento, prazo de entrega, etc) sobre os produtos requeridos.

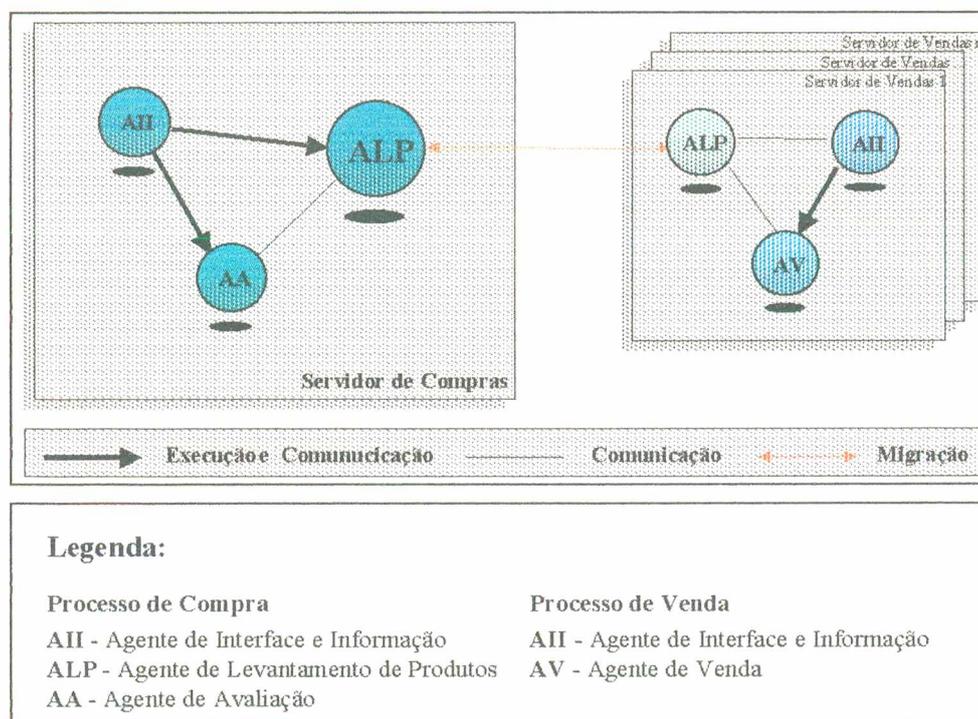


Figura 21 - Ciclo de Vida do Agente de Levantamento de Produtos.

Após ter contatado e obtido as informações necessárias com os vários fornecedores relacionados previamente, ele solicitará ao agente de interface e informação a execução do agente de avaliação, passando as informações colhidas para que este dê continuidade ao processo de compra.

5.2.1.4 Agente de Avaliação

O agente de avaliação é responsável por analisar as condições (características dos produtos, prazos de entrega, condições de pagamento, preço, etc) oferecidas pelos diversos fornecedores, a fim de fornecer ao consumidor uma lista dos produtos classificados de acordo com as vantagens oferecidas, a fim de que o consumidor possa escolher entre os melhores produtos aqueles que devem ser adquiridos.

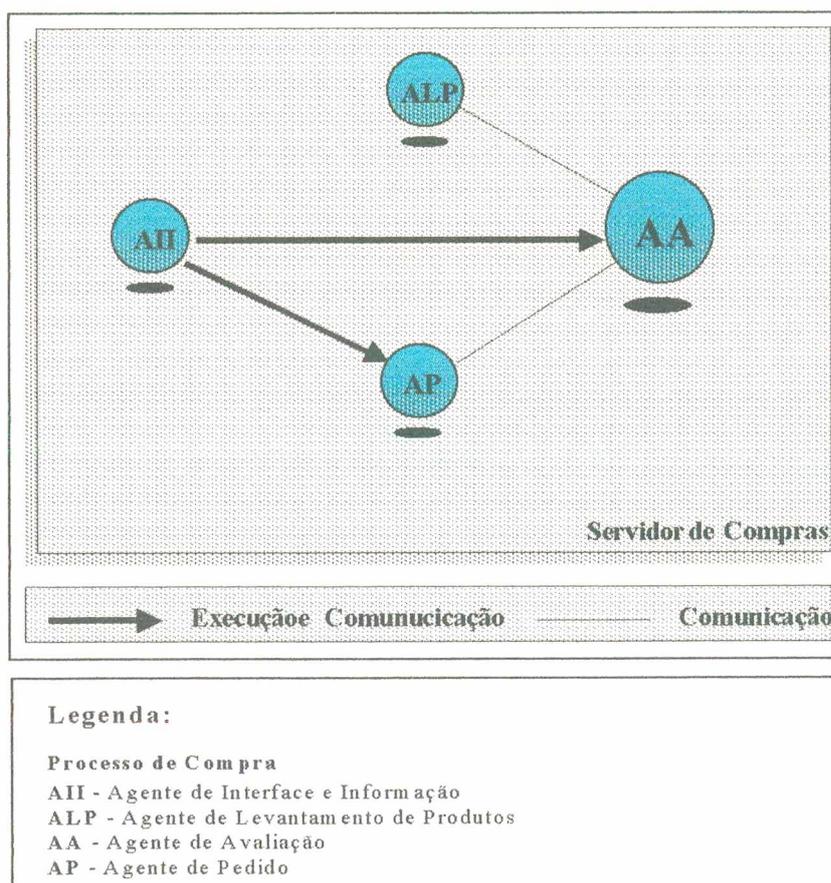


Figura 22 - Ciclo de Vida do Agente de Avaliação.

De acordo com a figura 22, este agente funciona na máquina do usuário e comunica-se apenas com o agente de interface e informação.

Ao concluir o processo de avaliação, este agente solicita ao agente de interface e informação a execução do agente de pedido para que este prossiga com o processo de compra.

5.2.1.5 Agente de Pedido

O agente de pedido é o responsável por contatar com os vendedores para efetuar o pedido de compra, conforme figura 23.

Baseado nas informações passadas pelo agente de avaliação, este agente move-se para a máquina dos fornecedores para realizar a compra dos produtos do pedido, voltando à máquina do usuário para informar quais foram os produtos comprados, de quem, etc.

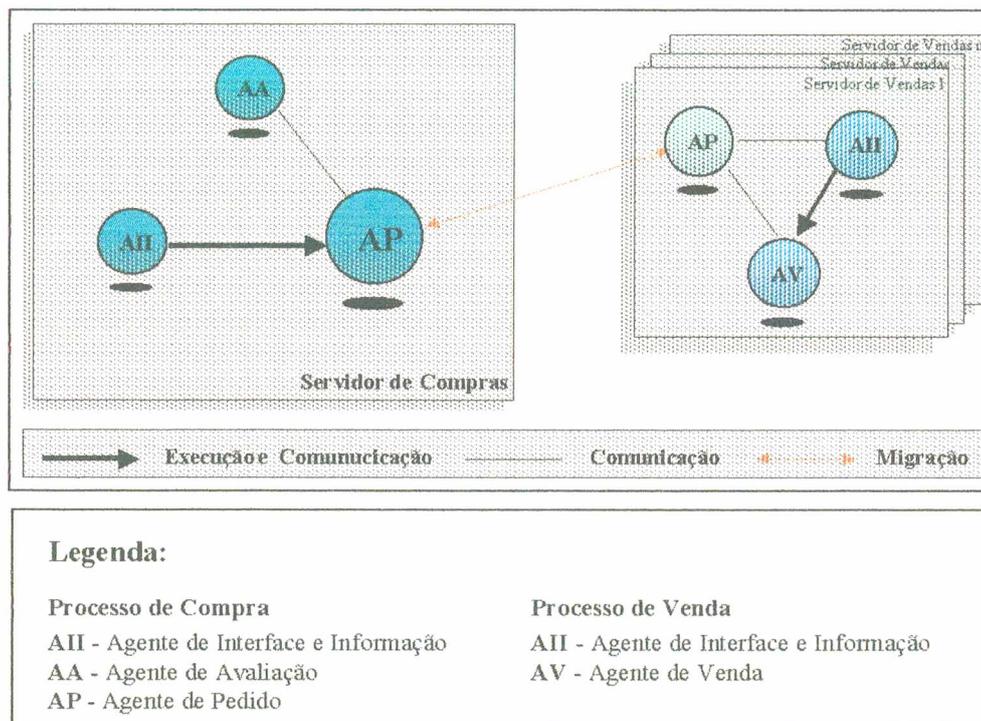


Figura 23 - Ciclo de Vida do Agente de Pedido.

5.2.2 Propriedades dos Agentes do Processo de Compra

Os agentes inteligentes podem possuir uma série de propriedades. Na tabela 8 são identificadas as propriedades existentes em cada um dos agentes do processo de compra.

	Interface e Informação	Pesquisa de Fornecedores	Levantamento de Produtos	Avaliação	Pedido
Aprendizagem		X		X	X
Autonomia	X	X	X	X	X
Comunicabilidade	X	X	X	X	X
Confiabilidade	X	X	X	X	X
Degradação Gradual		X	X		X
Discurso	X	X	X	X	X
Flexibilidade		X	X	X	X
Inteligência	X	X	X	X	X
Mobilidade		X	X		X
Persistência	X	X	X	X	X
Personalização	X	X	X	X	
Pró-Atividade		X			
Reatividade	X	X	X	X	X
Representabilidade	X	X	X	X	X
Responsabilidade	X	X	X	X	X

Tabela 8 - Propriedades dos Agentes do Processo de Compra

5.2.3 Agentes do Processo de Venda

O processo de vendas é composto por várias fases, a fim de permitir que o fornecedor tenha conhecimento de quem são seus possíveis consumidores, concorrentes e possa efetuar a venda de produtos.

Com base nestas fases, foram criados diversos agentes, de forma que cada uma destas fases possua um agente especializado para sua execução.

A arquitetura básica, destes agentes, é formada por: um sensor, um atuador, um mecanismo de inferência e uma base de conhecimento (o qual possui uma base de casos referentes aos clientes e uma base de políticas da empresa).

5.2.3.1 Agente de Interface e Informação

O agente de interface e informação do processo de venda é semelhante ao agente de interface e informação do processo de compra. Ele é responsável pela comunicação com o usuário e outros agentes, conforme figura 24.

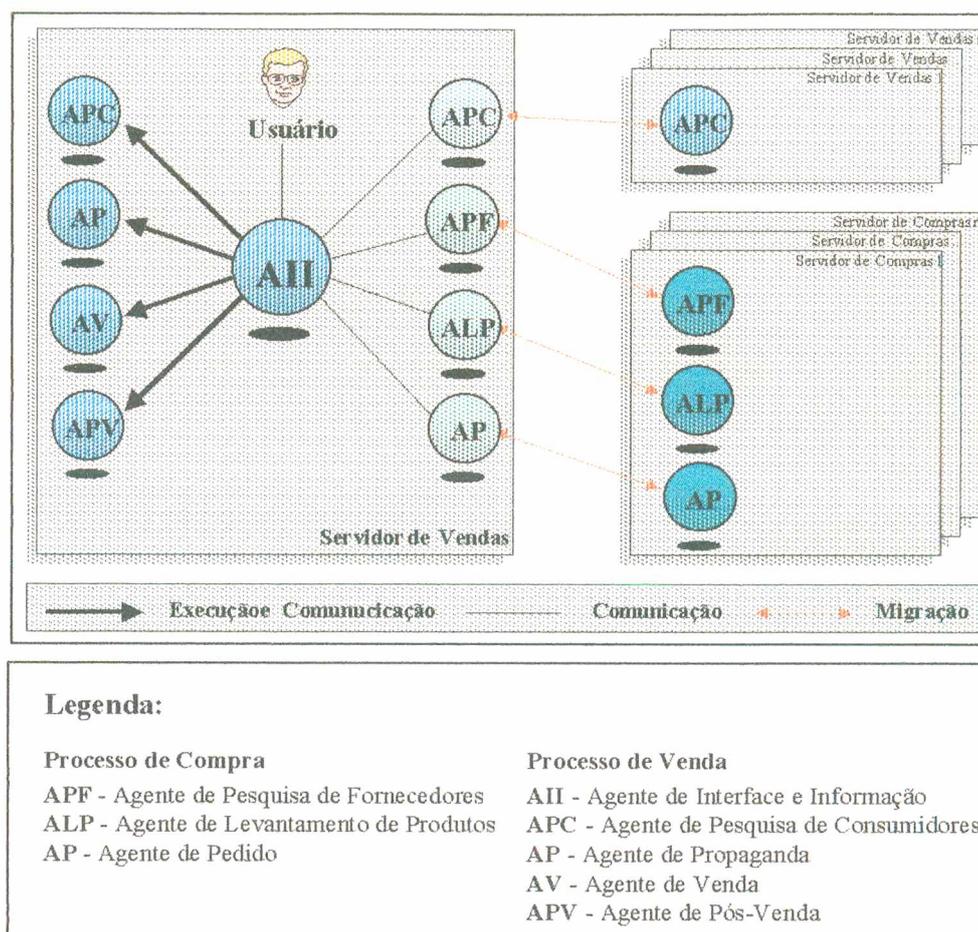


Figura 24 - Ciclo de Vida do Agente de Interface e Informação (Processo de Venda).

O ciclo de vida do agente de interface e informação é controlado pelo usuário.

Este agente também é responsável pela manutenção da base de conhecimento (cadastro de condições de pagamento, propagandas, clientes, departamentos, usuários, dados cadastrais, configuração do banco de dados, base de

regras - políticas e base de casos) necessária para o funcionamento deste processo, bem como a consulta dos produtos em estoque e dos pedidos recebidos.

O funcionamento do agente de interface e informação ocorre da seguinte forma: o usuário é o responsável por sua execução e seu término. Após ter sido executado, ele entra em processo de espera pelo envio e/ou solicitação de informações por parte dos agentes dos processos de venda e de outros processos de compra.

Além de fornecer informações aos outros agentes, ele controla a execução dos agentes de pesquisa de consumidores, de propaganda e de pós-venda, executando-o quando achar necessário, e executa o agente de venda quando solicitado.

5.2.3.2 Agente de Pesquisa de Consumidores

O agente de pesquisa de consumidores é responsável pela busca constante de possíveis consumidores e estudo de mercado.

Para realizar tal tarefa este agente move-se para a máquina dos consumidores e de outros fornecedores, conforme figura 25.

Seu funcionamento pode ser descrito como: ele seleciona os consumidores já cadastrados no sistema de acordo com as preferências do fornecedor, de posse da lista de consumidores ele move-se para a máquina de cada um a fim de obter informações sobre produtos que tem comprado, produtos que pretende comprar, e seus fornecedores. Com a lista de fornecedores de seus clientes, ele visita-os a fim de obter informações sobre seus clientes e de possíveis clientes que ele poderá contatar.

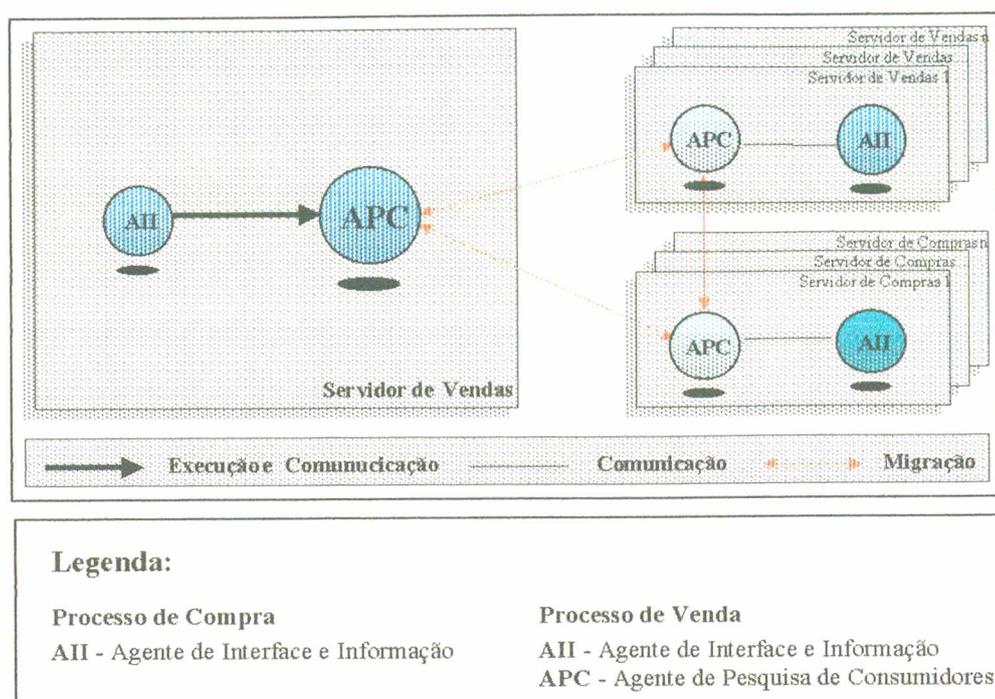


Figura 25 - Ciclo de Vida do Agente de Pesquisa de Consumidores.

5.2.3.3 Agente de Propaganda

O agente de propaganda tem como objetivo levar as propagandas do fornecedor aos consumidores, conforme figura 26. Para realizar esta tarefa, ele move-se para a máquina dos consumidores a serem contemplados com a propaganda.

O fornecedor poderá especificar qual é o público alvo da propaganda, ficando por conta do agente realizar a seleção de tais consumidores.

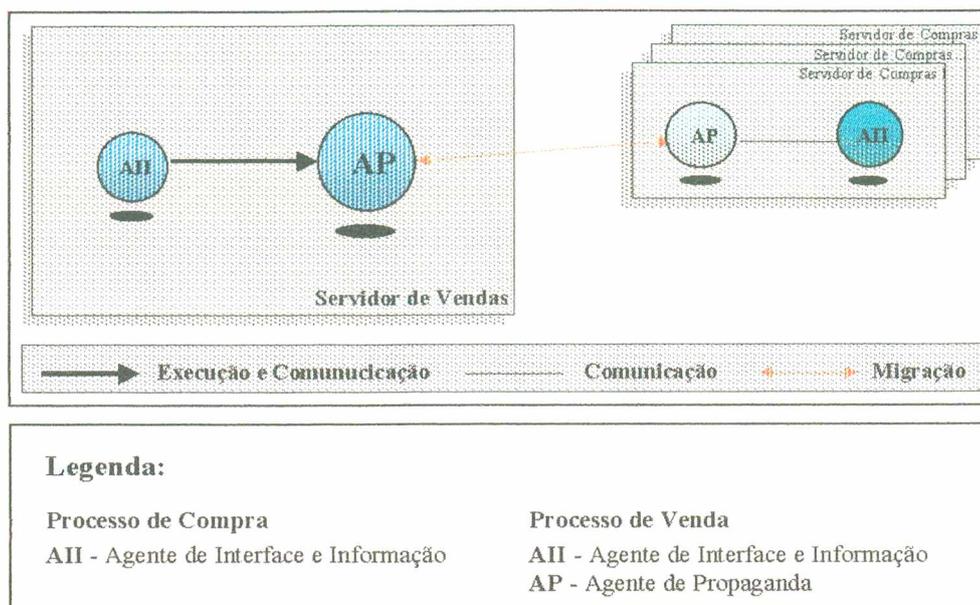


Figura 26 - Ciclo de Vida do Agente de Propaganda.

5.2.3.4 Agente de Venda

O agente de venda é responsável pelo fornecimento de informações sobre os produtos e pela venda caso haja interesse do cliente, comunicando-se com agentes de levantamento de produtos e de pedidos, conforme figura 27.

O funcionamento do agente de venda é da seguinte forma:

Se a tarefa solicitada foi um pedido de pesquisa de determinados produtos, o agente de venda irá verificar na sua base de produtos pela existência dos produtos requeridos, caso tenha algum produto passará ao cliente interessado as informações dos produtos (descrição, validade, preço, etc) que possui. O preço é fornecido levando em consideração alguns fatores como: condição de pagamento, prazo de entrega, local de entrega, etc.

Se a tarefa solicitada é compra, o agente de venda irá verificar se a empresa possui alguma restrição quanto ao cliente, caso contrário irá verificar a existência dos produtos requeridos. Se tiver os produtos em estoque a venda é realizada e informada ao fornecedor.

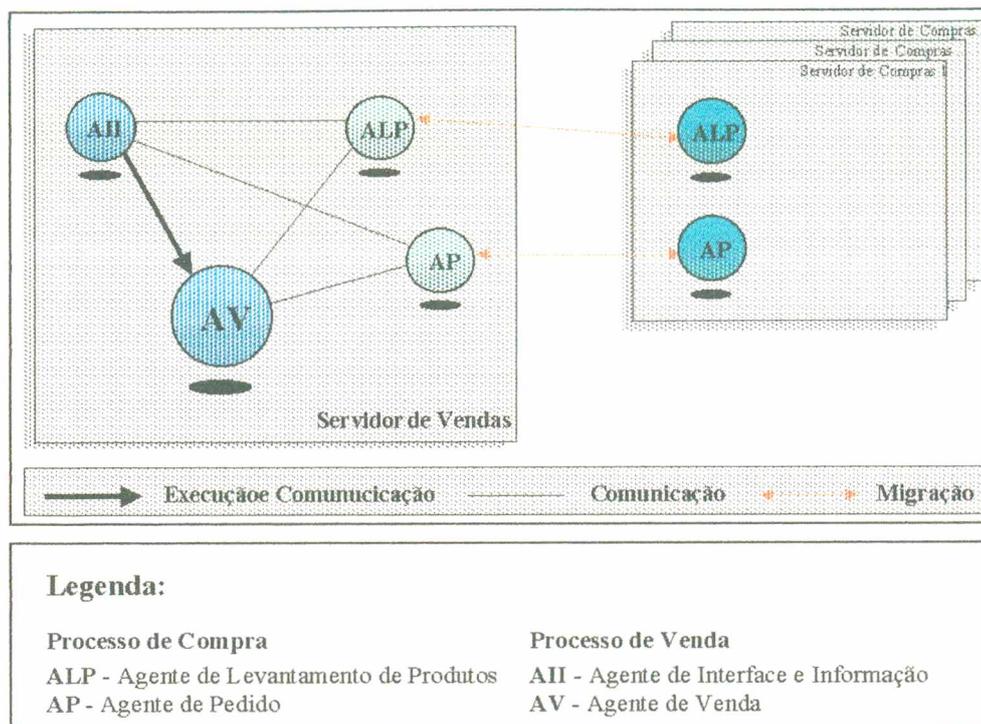


Figura 27 - Ciclo de Vida do Agente de Venda.

5.2.3.5 Agente de Pós-Venda

A função deste é manter contato com todos os clientes que efetuaram compra, a fim de obter informações sobre a satisfação do cliente com relação aos produtos comprados, atendimento, etc, e fornecer as informações obtidas ao agente de interface e informação para que este atualiza a base de conhecimento do sistema. Para a tarefa de pós-venda, o agente move-se para a máquina de cada cliente. (figura 28).

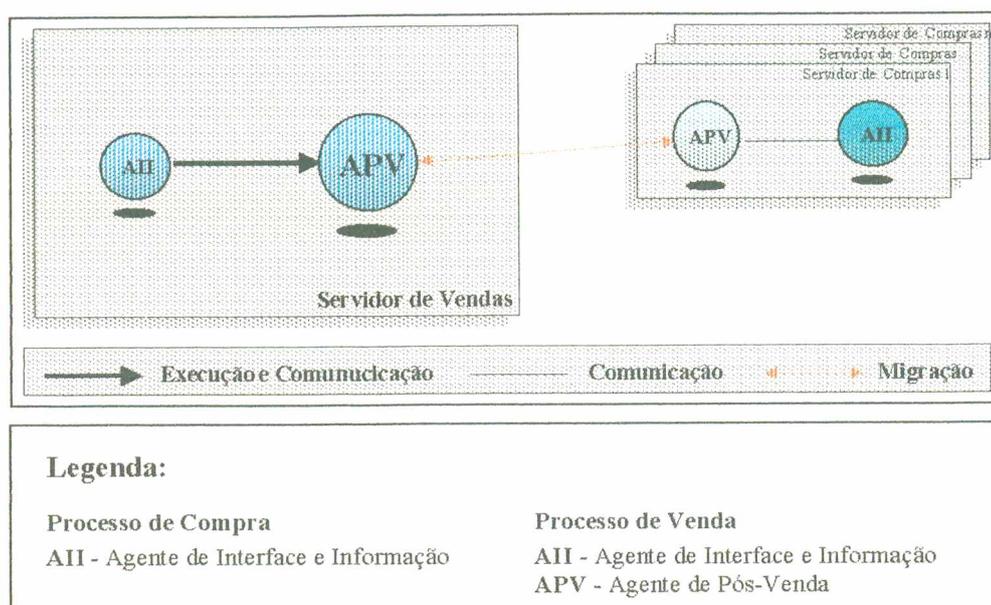


Figura 28 - Ciclo de Vida do Agente de Pós-Venda.

5.2.4 Propriedades dos Agentes do Processo de Venda

Os agentes deste processo possuem várias propriedades, as quais são identificadas na tabela 9.

	Interface e Informação	Pesquisa de Consumidores	Propaganda	Venda	Pós-Venda
Aprendizagem		X		X	
Autonomia	X	X	X	X	X
Comunicabilidade	X	X	X	X	X
Confiabilidade	X	X	X	X	X
Degradação Gradual		X	X		X
Discurso	X	X	X	X	X
Flexibilidade		X	X	X	X
Inteligência	X	X	X	X	X
Mobilidade		X	X		X
Persistência	X	X	X	X	X
Personalização	X	X	X	X	X
Pró-Atividade		X	X		X
Reatividade	X	X		X	
Representabilidade	X	X	X	X	X
Responsabilidade	X	X	X	X	X

Tabela 9 - Propriedades dos Agente do Processo de Venda

5.3 Avaliação dos Produtos

A tarefa de avaliar quais são os melhores produtos (levando em consideração os preços, as características dos produtos, etc) é uma tarefa difícil mesmo para os seres humanos, devido à falta de uma especificação mais precisa em relação às preferências, restrições e objetivos destes.

Para possibilitar que um agente inteligente possua a capacidade de avaliar é necessário fornecer a ele as preferências, restrições e objetivos do usuário a quem ele representa. Além destas informações é necessário que ele possua um mecanismo que permita a escolha ou a seleção de alternativas, ou seja, permita tomar decisões.

De acordo com Kickert (1978), um método conhecido de tomada de decisão multi-critério é o procedimento que realiza a avaliação da média dos pesos. No qual, dado um conjunto de alternativas $A = \{a_1 \dots a_m\}$ e um conjunto de n critérios, o mérito da alternativa a_i , de acordo com o critério j é denotado pela avaliação r_{ij} . A importância relativa de cada critério é denotado por um peso w_j . Então a alternativa a_i recebe a avaliação da média dos pesos

$$\bar{r}_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j}$$

Essa avaliação das médias leva a uma classificação das alternativas $a_1 \dots a_m$.

Nesta aproximação, assume-se que a situação prática permite uma representação numérica exata das várias avaliações e pesos. Entretanto, ocorrem muitas situações onde esta representação numérica (sobre uma escala métrica) não é permitida; estas situações são caracterizadas por uma pequena quantidade de informações precisas e a incerteza predominante. Avaliação e pesos podem ser melhor descritos em termos como “bom”, “ruim”, “importante”, etc [*Ibidem*].

Isto é argumentado, por Baas e Kwakernaak *apud* Kickert (1978), que este tipo de incerteza é melhor descrita através de conjuntos difusos¹⁷ (tomada de decisão difusa¹⁸), propondo o procedimento a seguir, o qual é utilizado pelo agente de avaliação.

Sendo A_1, A_2, \dots, A_m as alternativas que serão comparadas e x_1, x_2, \dots, x_n as diferentes características nas quais as alternativas serão julgadas. Assume uma avaliação difusa para a característica x_j da alternativa A_i , caracterizado pela função de pertinência $\mu_{R_{ij}}(r_{ij})$ onde $r_{ij} \in R$. Similarmente à importância relativa da característica x_j será uma variável difusa, bem como, caracterizada por $\mu_{w_j}(w_j)$, onde $w_j \in R^+$. Todas as funções de pertinência possuem valores no intervalo fechado $[0,1]$, todos os conjuntos difusos são normais, e todos os conjuntos de suporte são finitos.

Considerando a função $g_i(z_i): R^{2n} \rightarrow R$ definido por:

$$g_i(z_i) = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ji}}{\sum_{j=1}^n w_j}$$

onde $z_i = (w_1, \dots, w_n, r_{i1}, \dots, r_{in})$. Define-se a função de pertinência μ_{z_i} por:

$$\mu_{z_i}(z_i) = \bigwedge_{j=1}^n \mu_{w_j}(w_j) \cdot \bigwedge_{k=1}^n \mu_{R_{ik}}(r_{ik})$$

Através do levantamento $g_i: R^{2n} \rightarrow R$ o conjunto difuso Z , leva ao conjunto difuso R_i com função de pertinência:

¹⁷ A teoria dos conjuntos difusos procura generalizar a noção clássica de conjuntos e proposições para tratar a incerteza. Ela fornece modelos matemáticos de trabalho nos quais o conceito de "vago" pode ser estudado de maneira precisa e rigorosa [Zimmermann, 1992].

¹⁸ Para uma leitura complementar recomenda-se a leitura do livro: Fuzzy theories on decision-making: A critical review. Walter J. M. Kickert, 1978.

$$\mu_{R_i}(r_i) = \sup_{Z_i: R_i(Z_i) = \bar{r}_i} \mu_{Z_i}(z_i), \bar{r}_i \in R$$

Esta função de pertinência caracteriza a avaliação difusa final da alternativa A_i .

Uma vez finalizada a avaliação difusa das alternativas A_i , particularmente os conjuntos difusos com função de pertinência $\mu_{R_i}(\bar{r}_i)$, deve-se calcular a alternativa preferida.

A alternativa preferida é calculada pela avaliação não usual comparada com a escolha comum daquela alternativa onde a função de pertinência é máxima. Primeiro define-se um conjunto difuso condicional com função de pertinência:

$$\mu_{I/R}(i \setminus \bar{r}_1 \dots \bar{r}_m) = \begin{cases} 1 & \text{if } \bar{r}_i \geq \bar{r}_j \\ 0 & \text{outros casos} \end{cases} \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, m\}$$

Após é construído o conjunto difuso R com a função de pertinência:

$$\mu_R(\bar{r}_1, \bar{r}_2 \dots \bar{r}_m) = \bigwedge_{i=1}^m \mu_{R_i}(\bar{r}_i)$$

Este último conjunto difuso, juntamente com o conjunto difuso condicional, induz um conjunto difuso I com a função de pertinência

$$\begin{aligned} \mu_I(i) &= \sup_{\bar{r}_1 \dots \bar{r}_m} \mu_{I/R}(i \setminus \bar{r}_1 \dots \bar{r}_m) \wedge \mu_R(\bar{r}_1 \dots \bar{r}_m) \\ &= \sup_{\bar{r}_1 \dots \bar{r}_m: \bar{r}_i \geq \bar{r}_j \forall j} \bigwedge_{j=1}^m \mu_{R_j}(\bar{r}_j) \end{aligned}$$

O valor de pertinência $\mu_I(i)$ é interpretado como uma caracterização da medida para a qual a alternativa A_i é a melhor disponível.

5.4 Comunicação entre Agentes

A forma de comunicação utilizada na estrutura apresentada é baseada na troca de mensagens, a qual é controlada por um gerenciador de mensagens no servidor de agentes

A estrutura de mensagem proposta para comunicação entre os agentes é composta por duas partes: uma obrigatória e outra opcional, conforme figura 29.

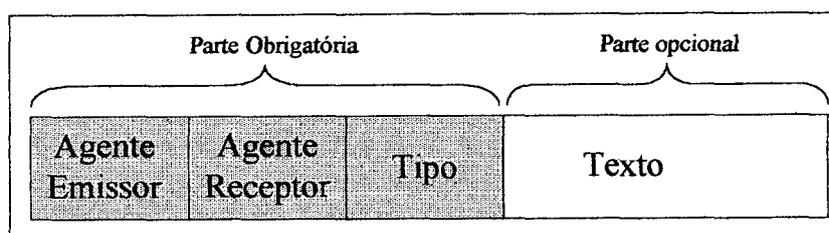


Figura 29 - Estrutura da Mensagem Utilizada para Comunicação entre Agentes.

A seguir é feita uma breve descrição dos elementos que compõem as partes (obrigatória e opcional) da mensagem:

- **Agente Emissor** - contém a identificação do agente que enviou a mensagem.
- **Agente Receptor** - contém a identificação do agente que receberá a mensagem.
- **Tipo** - identifica o tipo de mensagem que esta sendo enviada. O tipo de mensagem caracteriza a ação a ser tomada pelo agente.
- **Texto** - contém a descrição da mensagem em forma de *string*.

5.5 Considerações Finais

A estrutura de agentes proposta foi desenvolvida levando-se em conta as características das tarefas que compõem os processos de compra e venda, a fim de que cada agente seja especialista em um determinado tipo de tarefa.

Uma das vantagens é o fato de que a complexidade das tarefas que compõem os processos de compra e venda são simplificados, tornando o desenvolvimento destes agentes mais simples.

Outra vantagem é o fato de existirem tarefas em que o agente precisa mover-se da máquina local para outras máquinas, onde o agente especialista não precisa preocupar-se com fatores que não dizem respeito à tarefa a qual ele está executando.

CAPÍTULO VI

IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

6.1 Introdução

Baseado na estrutura proposta, implementou-se o protótipo utilizando a Linguagem Java e o Sistema Concordia.

6.2 Protótipo

Para o protótipo foram implementados todos os agentes que compõem a estrutura de compra e venda proposta. No entanto alguns destes agentes foram implementados apenas com as funções básicas necessárias para a demonstração da estrutura de agentes proposto.

No Anexo I, é apresentado o código fonte do agente de propaganda. O código dos demais agentes, juntamente com este, encontram-se em disquete que acompanha o trabalho.

Para o funcionamento do protótipo é necessário que o Sistema Concordia esteja instalado e rodando nas máquinas onde estão os agentes, assim como a versão 1.1.4 do *kit* de desenvolvimento Java (JDK), da Sun.

6.3 Sistema de Compras

Como definido anteriormente, este sistema é formado pelos seguintes agentes: de interface e informação, de procura de fornecedores, de levantamento de produtos, de avaliação e de pedido.

6.3.1 Agente de Interface e Informação

O agente de interface e informação realiza a execução dos demais agentes do processo de compra e a comunicação com outros agentes de forma transparente ao usuário. A tarefa de compra é realizada mediante a solicitação de pedido de compra por parte do usuário, sendo transparente a execução da compra. Além destas tarefas, a aquisição das informações necessárias para a realização da compra (como: importância das características, preferências, etc...) são solicitadas pelo agente ou obtidas de forma transparente ao usuário.

Na figura 30, pode-se ver a interface deste agente, e as opções de consultas que o agente possui, além da operação de pedido.

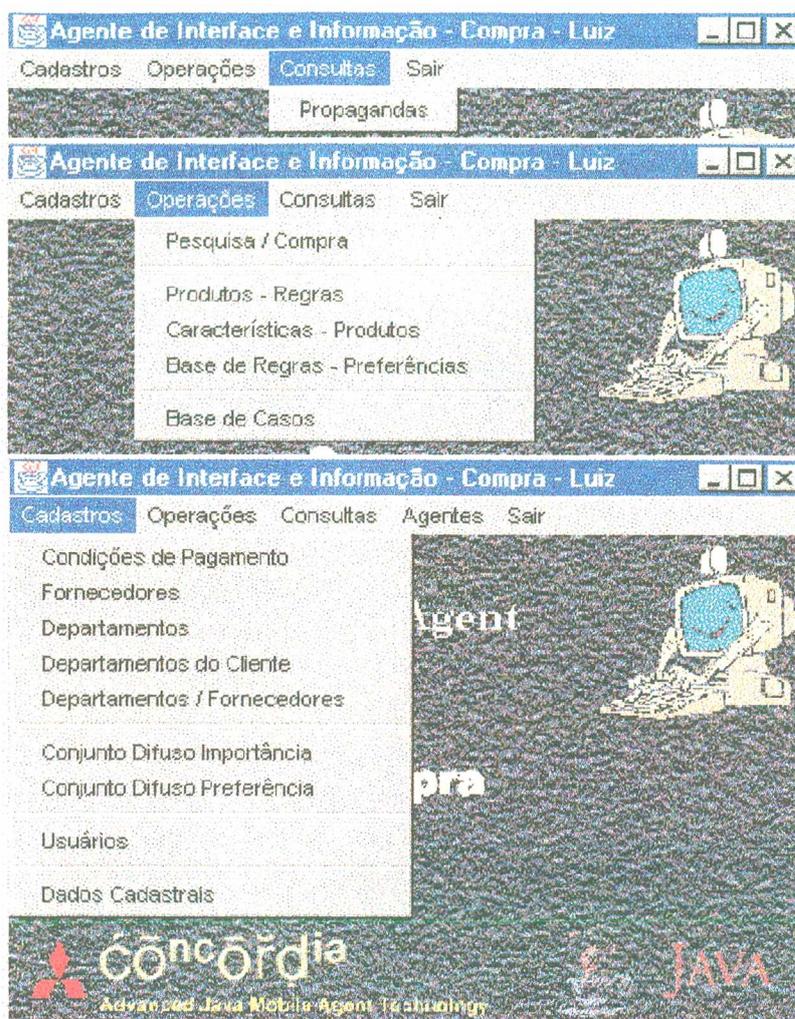


Figura 30 - Interface do Agente de Interface e Informação (Processo de Compra).

Na figura 31, mostra-se a janela de cadastro dos conjuntos difusos relacionados à importância das características.

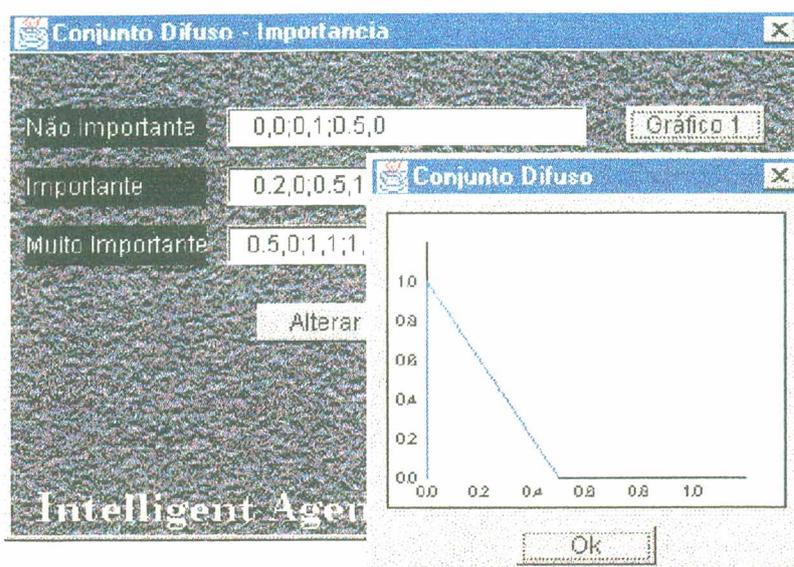


Figura 31 - Janela de Cadastro dos Conjuntos Difusos - Importância das Características.

Na figura 32, mostra-se a janela de cadastro dos conjuntos difusos relacionados a importância das características.

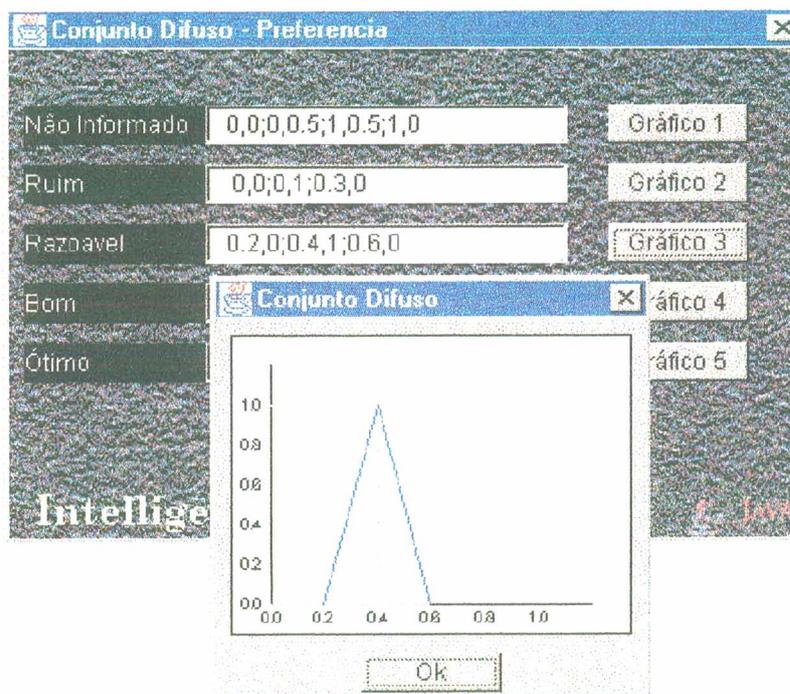


Figura 32 - Janela de Cadastro dos Conjuntos Difusos - Preferência dos Produtos.

Na figura 33, é apresentada a janela de cadastro das características dos produtos, no qual as características são cadastradas levando em consideração a importância dela no produto.

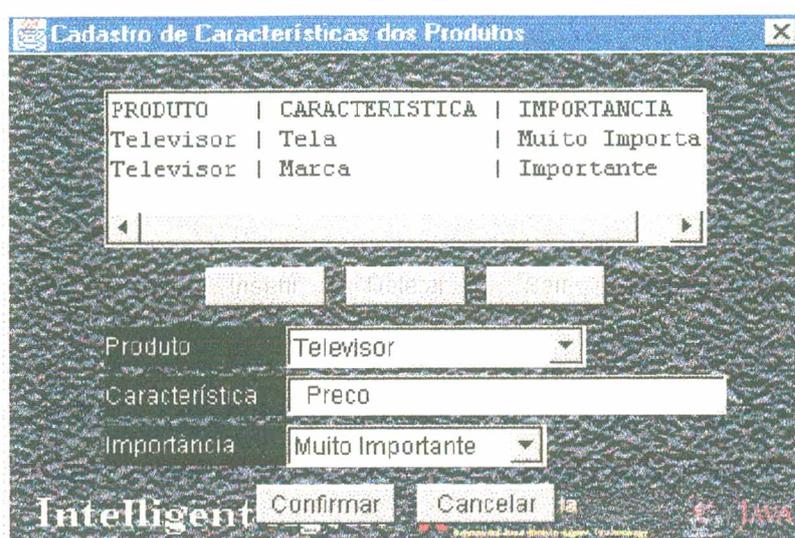


Figura 33 - Janela de Cadastro de Características dos Produtos.

Na figura 34, mostra-se o cadastro das regras que serão utilizadas no processo de avaliação. Nela, o usuário entra com o produto, a característica, a descrição da característica desejada e a preferência dele para a característica.

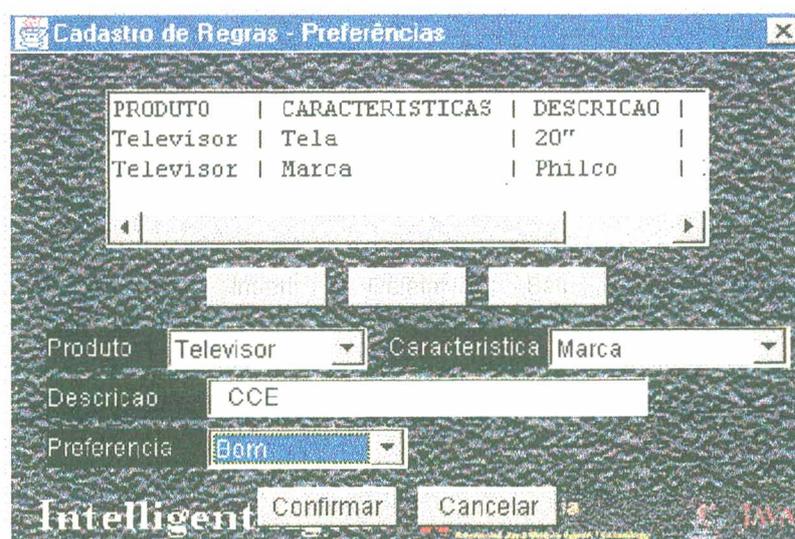


Figura 34 - Janela de Cadastro de Regras (preferências).

6.3.2 Agente de Pesquisa de Fornecedores

O agente de pesquisa move-se para a máquina dos fornecedores já cadastrados, a fim de saber quem são seus clientes, os quais são visitados posteriormente para obter informações sobre novos fornecedores, retornando para a máquina do usuário ao concluir sua tarefa.

já

6.3.3 Agente de Levantamento de Produtos

Este agente é executado conforme solicitação do usuário, após ele ter preenchido os dados do pedido, conforme figura 35.

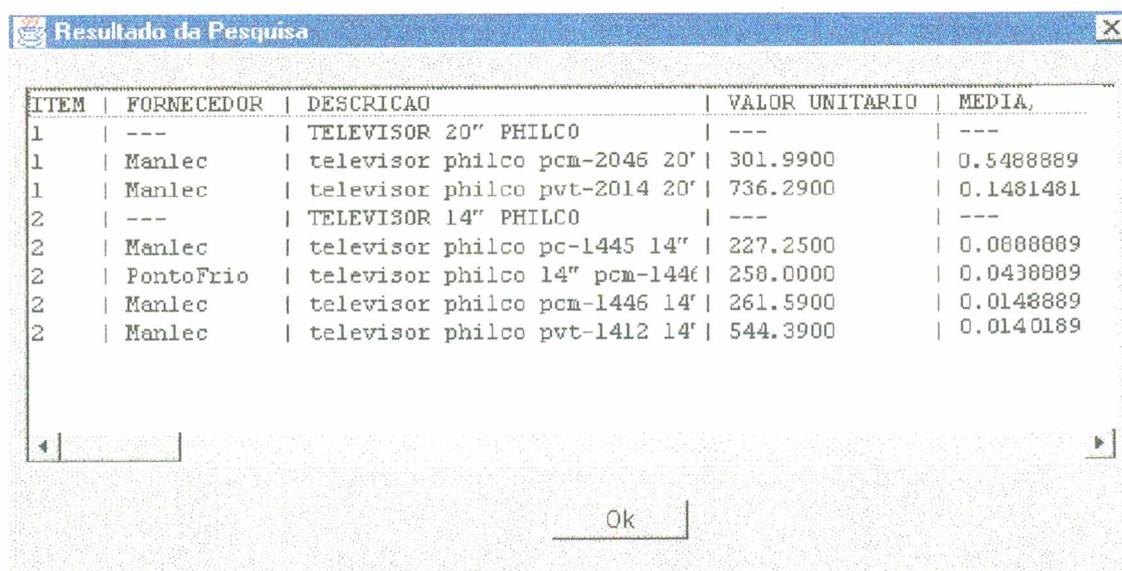
DEPARTAMENTO	QUANTIDADE	UNIDADE	DESCRICAO
Eletrodomesticos	1	und	televisor 20

Figura 35 - Tela de Entrada dos Dados do Pedido.

Após ser executado, move-se para a máquina dos fornecedores, retornando com as informações colhidas. Ao concluir sua tarefa, ele solicita a execução do agente de avaliação de forma transparente ao usuário.

6.3.4 Agente de Avaliação

Realiza o processamento de avaliação dos produtos selecionados de forma transparente ao usuário. Ao concluir a avaliação passa para o usuário uma tabela contendo os produtos classificados de acordo com as vantagens oferecidas, sugerindo o melhor produto, conforme figura 36. Se o pedido for para efetuar uma compra, o usuário responde ao agente quais os produtos que devem ser adquiridos, e o agente de avaliação passa as informações necessárias para efetuar a compra ao agente de pedido.

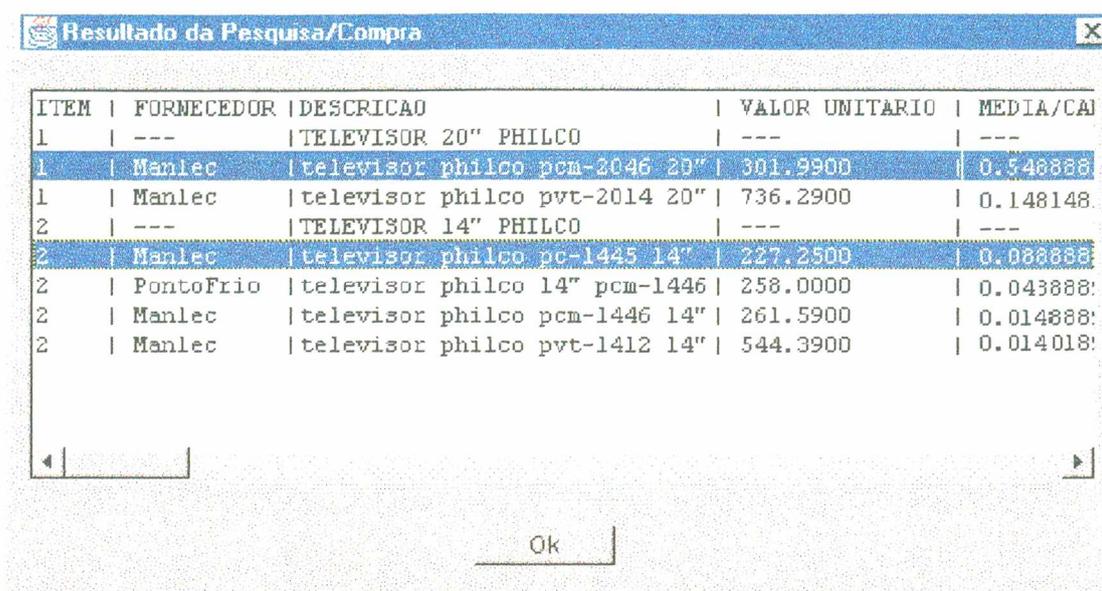


ITEM	FORNECEDOR	DESCRICAO	VALOR UNITARIO	MEDIA
1	---	TELEVISOR 20" PHILCO	---	---
1	Manlec	televisor philco pcm-2046 20"	301.9900	0.5488889
1	Manlec	televisor philco pvt-2014 20"	736.2900	0.1481481
2	---	TELEVISOR 14" PHILCO	---	---
2	Manlec	televisor philco pc-1445 14"	227.2500	0.0888889
2	PontoFrio	televisor philco 14" pcm-1446	258.0000	0.0438889
2	Manlec	televisor philco pcm-1446 14"	261.5900	0.0148889
2	Manlec	televisor philco pvt-1412 14"	544.3900	0.0140189

Figura 36 - Tela com o Resultado da Avaliação da Pesquisa de Preço.

6.3.5 Agente de Pedido

Após a avaliação dos produtos, o usuário recebe uma lista dos produtos levantados, com opção de compra, para escolher os produtos que deseja comprar, conforme figura 37.

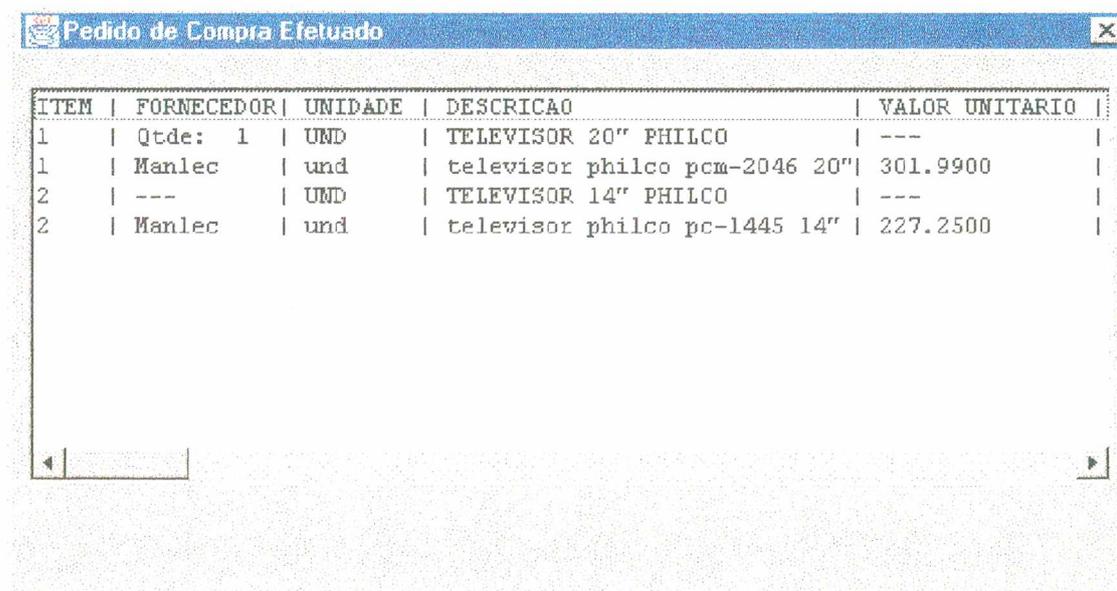


ITEM	FORNECEDOR	DESCRICAO	VALOR UNITARIO	MEDIA/CAI
1	---	TELEVISOR 20" PHILCO	---	---
1	Manlec	televisor philco pcm-2046 20"	301.9900	0.548888
1	Manlec	televisor philco pvt-2014 20"	736.2900	0.148148
2	---	TELEVISOR 14" PHILCO	---	---
2	Manlec	televisor philco pc-1445 14"	227.2500	0.088888
2	PontoFrio	televisor philco 14" pcm-1446	258.0000	0.043888
2	Manlec	televisor philco pcm-1446 14"	261.5900	0.014888
2	Manlec	televisor philco pvt-1412 14"	544.3900	0.014018

Ok

Figura 37 - Janela de Seleção dos Produtos a serem adquiridos.

Este agente realiza as compras junto aos fornecedores, retornando com a informação das compras realizadas, a qual passa ao agentes de interface e informação para exibir ao usuário, conforme figura 38.



ITEM	FORNECEDOR	UNIDADE	DESCRICAO	VALOR UNITARIO
1	Qtde: 1	UND	TELEVISOR 20" PHILCO	---
1	Manlec	und	televisor philco pcm-2046 20"	301.9900
2	---	UND	TELEVISOR 14" PHILCO	---
2	Manlec	und	televisor philco pc-1445 14"	227.2500

Figura 38 - Tela de Confirmação do Pedido Efetuado.

6.4 Sistema de Vendas

Como definido anteriormente, este sistema é composto pelos seguintes agentes: de interface e informação, de procura de consumidores, de propaganda, de venda e de pós-venda.

6.4.1 Agente de Interface e Informação

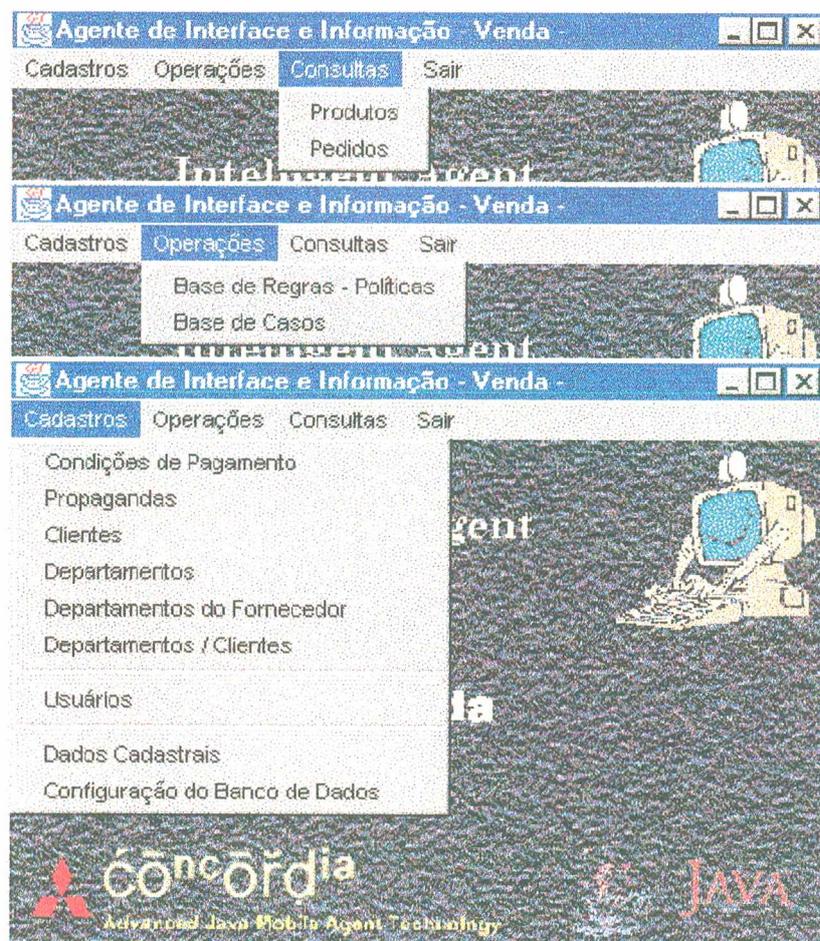


Figura 39 - Interface do Agente de Interface e Informação (Processo de Venda).

O agente de interface e informação executa todas as suas tarefas de forma transparente ao usuário. A base de conhecimento do sistema é atualizada com informações obtidas pelo sistema junto a outros agentes e informações solicitadas ao usuário.

Na figura 39, pode-se ver a interface deste agente, e as opções de consultas que o agente possui.

6.4.2 Agente de Pesquisa de Consumidores

É executado pelo agente de interface de forma transparente ao usuário. Ele percorre as máquinas dos clientes e fornecedores em busca de informações sobre o mercado, retornando após ter obtido tais informações.

6.4.3 Agente de Propaganda

Funciona de forma transparente ao usuário. Ele move-se para a máquina dos consumidores que constituem o público alvo da propaganda, deixando junto aos agentes de interface e informação dos consumidores a propaganda, o qual por sua vez avisa o usuário, conforme figura 40.

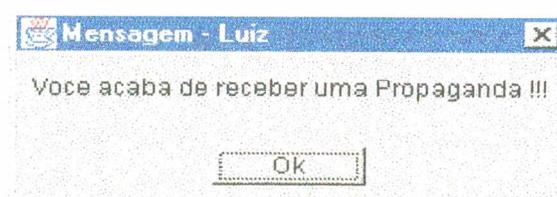


Figura 40 - Tela de Aviso de Recebimento de Propaganda.

6.4.4 Agente de Venda

Fornecer informações sobre os produtos que vende ao agente de levantamento de produto do consumidor de forma transparente ao usuário. Caso o consumidor tenha solicitado a realização de uma compra, este verificará a existência dos produtos em estoque e a ficha do consumidor junto a sua base de casos, se a venda for concretizada enviará as informações da venda ao fornecedor, conforme figura 41.

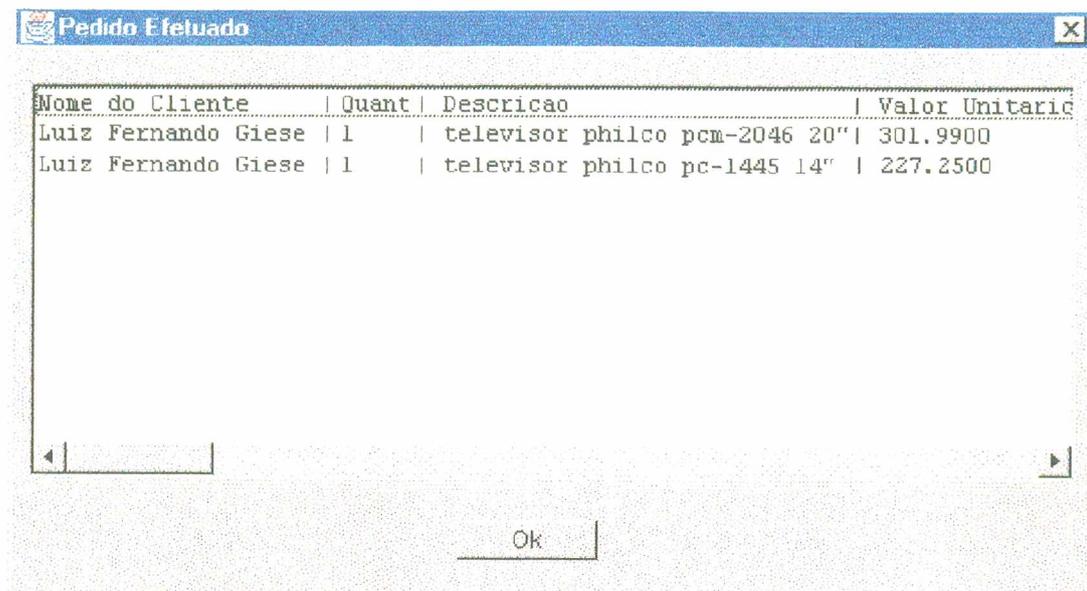


Figura 41 - Tela de Aviso de Pedido Efetuado.

6.4.5 Agente de pós-Venda

Funciona de forma transparente ao usuário, ele verifica as compras efetuadas em determinado período e visita os clientes para obter informações sobre a aceitação dos produtos adquiridos por eles. Ao encerrar sua execução mostra os dados colhidos conforme figura 42.

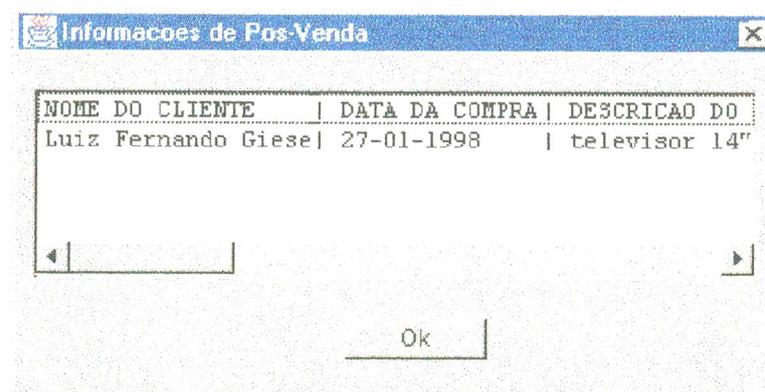


Figura 42 - Tela de Informações de Pós-Vendas Colhidas.

6.5 Teste do Protótipo

Os testes foram realizados utilizando-se seis computadores, distribuídos conforme tabela 10.

Computador	Consumidor / Fornecedor
1	Cliente 1
2	Cliente 2
3	Cliente 3
4	Loja Arapuã
5	Loja Manlec
6	Loja Ponto Frio

Tabela 10 - Agentes de Interface e Informação por Computador.

6.5.1 Agente de Pesquisa de Consumidores e Agente de Pesquisa de Fornecedores

Para testar o funcionamento do agente de pesquisa de consumidores e de pesquisa de fornecedores, foi necessário inicializar os agentes de interface e informação do sistema de compras e de vendas. Estes foram inicializados da seguinte maneira:

- **Cliente 1** - foi cadastrado como fornecedor a Loja Arapuã;
- **Cliente 2** - foi cadastrado como fornecedor a Loja Arapuã, a Loja Manlec e a Loja Ponto Frio;
- **Cliente 3** - foi cadastrado como fornecedor a Loja Arapuã e a Loja Manlec;
- **Loja Arapuã** - foi cadastrado como clientes da empresa o Cliente 1 e o Cliente 2;

- **Loja Manlec** - foi cadastrado como cliente da empresa o Cliente 1, o Cliente 2 e o Cliente 3; e

- **Loja Ponto Frio** - foi cadastrado como cliente da empresa o Cliente 2.

O agente de pesquisa de fornecedores, foi executado a partir do agente de interface e informação do Cliente 1, ele visitou a Loja Arapuã onde obteve a relação dos seus clientes (Cliente 1 e Cliente 2), após visitou o Cliente 2 onde conseguiu a lista de seus fornecedores (Arapuã, Manlec e Ponto Frio) e informações sobre os mesmos. Baseado na lista de fornecedores, o agente visitou os novos fornecedores e obteve as informações necessárias para o seu cadastramento. Ao encerrar a pesquisa ele retornou trazendo os dados cadastrais das Lojas Manlec e Ponto Frio e informações dos clientes visitados referentes as Lojas Arapuã, Manlec e Ponto Frio..

O agente de pesquisa de cliente por sua vez foi executado a partir da Loja Ponto Frio. O agente visitou o Cliente 2 e obteve a lista de seus fornecedores (Arapuã, Manlec e Ponto Frio), com base nestas informações o agente visitou cada um dos fornecedores onde obteve a lista de seus clientes e informações sobre os mesmos. Ao retornar para a máquina de seu usuário, o agente trouxe os dados cadastrais dos clientes 1 e 3, e informações dos fornecedores visitados sobre os clientes 1, 2 e 3.

6.5.2 Agente de Propaganda

O agente de propaganda foi executado pelo agente de interface e informação da Loja Manlec, este por sua vez levou consigo uma mensagem destinada aos clientes da Loja, o qual foi enviado aos clientes 1, 2 e 3.

6.5.3 Agente de Levantamento de Produtos, Agente de Avaliação, Agente de Pedido e Agente de Venda

Nos testes destes agentes foram utilizados as seguintes bases de dados:

- Produtos do departamento de eletrodoméstico, especificamente televisores, da Loja Arapuã¹⁹;

Unidade	Descrição do Produto	Valor Unitário
und	Televisor Philips 14" PT210A, Sleep Timer Wake up Timer, Dois alto-falantes, Controle Remoto, Auto switch off, menu em 3 idiomas, garantia de 1 ano	R\$ 289,00
und	Televisor Semp Toshiba 20" 2082CR, Sintonia automatica, Controle Remoto simplificado, Sleep Timer, Voltagem automatica, Auto switch off, garantia de 1 ano	R\$ 299,00
und	Televisor Toshiba 29" TVG2996S, Som Estéreo, SAP, Sintonia automatica de canais, Controle Remoto Total, Timer Off, funcao Closed Caption, Sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, monitor audio e video	R\$ 699,00
und	Televisor de Projecao Sony 41" KP-41T15B, Funcao PIP, PIP - FREEZE, Audio janela PIP, Controle Remoto Universal, Som estereo com SAP, efeito SURROUND, sistema PAL-M e NTSC, Closed Caption	R\$ 2.959,00

Tabela 11 - Produtos da Loja Arapuã.

- Produtos do departamento de eletrodoméstico, especificamente televisores, da Loja Manlec²⁰; e

Unidade	Descrição do Produto	Valor Unitário
und	Televisor CCE HPS2081 20", controle remoto, sistema pal-m e ntsc, entrada de audio e video, sleep timer, voltagem automatica	R\$ 293,00
und	Televisor CCE HPS1481 14", controle remoto, entrada de audio e video, sleep timer, sistema PAL-M e NTSC, voltagem automatica	R\$ 241,39
und	Televisor CCE HPS2981 29", estereo, SAP, controle remoto, entrada de audio e video, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, sleep timer, timer On/Off, voltagem automatica	R\$ 655,49
und	Televisor EVADIM TC2099 20", controle remoto, sintonia automatica, timer automatico, voltagem automatica	R\$ 372,69
und	Televisor EVADIM TC1499 14", controle remoto, sintonia automatica, timer automatico, voltagem automatica	R\$ 301,99
und	Televisor Gradiente HMR-290S 29", estereo, tela plana, controle remoto, entrada e saida de audio e video, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, SAP, efeito Sorround, voltagem automatica	R\$ 806,99
und	Televisor Panasonic TC-20A7 20" controle remoto, entrada de audio e video, sistema PAL-M, Sleep Timer, voltagem automatica	R\$ 299,97

Tabela 12 - Produtos da Loja Manlec.

¹⁹ Informações colhidas junto a Loja Arapuã no dia 28/01/98.

²⁰ Informações colhidas junto a Loja Manlec no dia 28/01/98.

Unidade	Descrição do Produto	Valor Unitário
und	Televisor Philco PCS-2700 27", estereo, Sap, Sorround som, sistema PAL-M e NTSC, tela azul, entrada de audio e video, voltagem automatica	R\$ 584,79
und	Televisor Philco PCS-2952 29", estereo, tela plana, SAP, sorround som, controle remoto, entrada de audio e video, timer programavel, voltagem automatica	R\$ 726,19
und	Televisor Philco PCS-3300 33", PIP, estereo, controle remoto universal, tela plana, SAP, sistem PAL-M e NTSC, Closed Caption, voltagem automatica, entrada de audio e video, bloqueio de canal	R\$ 1.302,90
und	Televisor Philco PVT-1412 14", TV acoplada com videocassete 2 cabecas, controle remoto unificado, limpeza automatica das cabecas, voltagem automatica, entrada e saida de audio e video	R\$ 544,39
und	Televisor Philco PVT-2014 20", TV acoplada com videocassete 4 cabecas, controle remoto unificado, limpeza automatica das cabecas, voltagem automatica, entrada e saida de audio e som, timer	R\$ 736,29
und	Televisor Philco PC-1445 14", tela azul, antena telescopica interna, sistema PAL-M, voltagem automatica	R\$ 227,25
und	Televisor Philco PCM-1446 14", controle remoto, sistema pal-m e ntsc, timer programavel, entrada de audio e som traseira, antena interna telescopica, voltagem automatica	R\$ 261,59
und	Televisor Philco PCM-2046 20", controle remoto, tela azul, sistema pal-m e ntsc, timer programavel, entrada de audio e som traseira e frontal, voltagem automatica	R\$ 301,99
und	Televisor Philco PCM-2146 21", tela plana, tela azul, sistema PAL-M e NTSC, Timer Programavel , entrada de audio e video frontal e traseira, controle remoto, voltagem automatica	R\$ 342,39
und	Televisor Philips GX1659 20", estereo, controle remoto, entrada para audio e video, sistema PAL-M e NTSC, entrada para headphone, Sleep Timer, voltagem automatica, relógio	R\$ 426,22
und	Televisor Philips GX1669 21", estereo, controle remoto, entrada para audio e video, sistema PAL-M e NTSC, entrada para headphone, relógio, sleep timer, voltagem automatica	R\$ 449,45
und	Televisor Philips 29GX1899 29", SAP, estereo, tela plana anti-reflexo, closed caption, entrada de audio e video, voltagem automatica, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, controle remoto, Timer	R\$ 827,19
und	Televisor Philips 29GX1999 29", estereo, SAP, closed caption, entrada de audio e video TOP, tela plana anti-reflexo, sleep timer timer On/Off, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, voltagem automatica	R\$ 968,59
und	Televisor Sanyo CLJ-3313 33", estereo, tela plana, controle remoto total, SAP, sistema PAL-M e NTSC, closed caption, efeito sorround, voltagem automatica, entrada de audio e video	R\$ 1.201,90
und	Televisor SEMP 1480E 14", controle remoto, sintonia automatica, skip automatico ou manual, sleep timer, tela azul, voltagem automatica	R\$ 281,79
und	Televisor SEMP 3486P 34", PIP, estereo, sorround, SAP, closed caption, controle remoto universal, sleep timer, sistema PAL-M e NTSC, voltagem automatica, bloqueio de canais	R\$ 1.590,75

Tabela 12 - Produtos da Loja Manlec (continuação).

Unidade	Descrição do Produto	Valor Unitário
und	Televisor SEMP 2066SU 20", estereo, SAP, controle remoto unificado, entrada de audio e video, sleep timer, relógio, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, voltagem automatica, timer On/Off	R\$ 368,65
und	Televisor Sharp C2013 20", controle remoto, sleep timer, sistema PAL-M, tecla MUTE, voltagem automatica	R\$ 361,58
und	Televisor Sharp C1413 14", controle remoto, sleep timer, sistema PAL-M, tecla MUTE, antena interna vhf/uhf, voltagem automatica	R\$ 301,99
und	Televisor Sharp CR1457 14", fone de ouvido sem fio, controle remoto total, SAP, tv a cabo, sleep timer, timer On/Off, sistema PAL-M e NTSC, voltagem automatica, entrada de audio e video	R\$ 312,09
und	Televisor Sharp CR2057 20", fone de ouvido sem fio, controle remoto total, SAP, tv a cabo, Timer On/Off, entrada de audio e video, sistema PAL-M e NTSC, voltagem automatica, sleep timer	R\$ 370,67

Tabela 12 - Produtos da Loja Manlec (continuação).

- Produtos do departamento de eletrodoméstico, especificamente televisores, da Loja Ponto Frio²¹.

Unidade	Descrição do Produto	Valor Unitário
und	Televisor Mitsubishi 14" 1499, sintonia automatica, funcao quick view, controle remoto, memo na tela, Timer, voltagem automatica, sistema PAL-M, consumo 55W, 2 W de audio	R\$ 305,00
und	Televisor Philco 14" PCM-1446, controle remoto, sintonia automatica, sistema PAL-M e NTSC, Timer, Tela azul, voltagem automatica, entrada para audio e video, consumo 56W	R\$ 258,00
und	Televisor Mitsubishi 20" 2099, entrada para audio e video, sintonia automatica, funcao quick view, controle remoto, memo na tela, timer, entrada para antena 75 OHM, voltagem automatica	R\$ 379,00
und	Televisor Toshiba 20" 2082, sintonia automatica, On Screen Display, Controle Remoto simplificado, sleep timer, tela azul, sound mute, no signal off, voltagem automatica	R\$ 349,00
und	Televisor Sony 21" KV-2172S, som estereo, SAP, tela plana, sistema PAL-M e NTSC, funcao Closed Caption, Controle Remoto multifuncional, Sleep Timer, bloqueio de canais, voltagem automatica	R\$ 479,00
und	Televisor Gradiente 29" HM299S, home theater monitor, estereo MTS, SAP, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, OSD menu, Timer ON/Off, voltagem automatica, censura de canais, Closed Caption	R\$ 729,00

Tabela 13 - Produtos da Loja Ponto Frio.

²¹ Informações colhidas junto a Loja Ponto Frio no dia 28/01/98.

Unidade	Descrição do Produto	Valor Unitário
und	Televisor Mitsubishi 29" 2999, Closed Caption, estereo e SAP, sistema PAL-M e NTSC, sintonia automatica, entrada para audio e video, relógio e timer, Controle Remoto, voltagem automatica	R\$ 849,00
und	Televisor Philco 29" 2952ST, sistema PAL-M e NTSC, entrada para Audio e Video, timer, estereo, SAP, efeito surround, auto-switch off, timer off, entrada para video laser	R\$ 799,00
und	Televisor Sony 29" KV-2970T, Woofer interno, Closed Caption, tela plana, som estereo com SAP, efeito Sorround, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC, Controle Remoto, Sleep timer, voltagem automatica	R\$ 972,00
und	Televisor Sony 34" KV3470T, Woofer interno, Closed Caption, tela plana, som estereo, SAP, efeito Sorround, sistem PAL-M, NTSC e PAL-N, Sleep Timer, Muting, voltagem automatica	R\$ 1.799,00
und	Televisor Toshiba 34" 3488SU, som estereo sorround, SAP, monitor de audio e video, sintonia automatica, Timer On/OFF, Controle Remoto, consumo 140 W, sistema PAL-M, PAL-N e NTSC	R\$ 1.490,00

Tabela 13 - Produtos da Loja Ponto Frio (continuação).

A seguir são descritos dois casos, sendo que em um dos casos a base de conhecimento estava vazia e no outro ela possuía informações.

No primeiro caso, o cliente 2 fez o seguinte pedido: **comprar um Televisor 20"**, com pagamento a vista, entrega na própria loja e prazo de entrega imediata. Neste caso, a base de conhecimento do cliente estava vazia.

O agente de levantamento de produtos entrou em contato com os agentes de vendas das Lojas Arapuã, Manlec e Ponto Frio e recebeu informações sobre 12 televisores de 20". Ao concluir sua tarefa, ele passou as informações colhidas para o agente de avaliação, o qual realizou a avaliação dos produtos levantados, conforme tabela 14 (a tabela contém os cinco produtos com melhor preço).

Fornecedor	Descrição do Produto	Valor R\$	Classificação
Manlec	televisor cce hps2081 20", controle remoto, sistema pal-m e ntsc, entrada de audio e video, sleep timer, voltagem automatica	293,00	0
Arapua	televisor semp toshiba 20" 2082cr, sintonia automatica, controle remoto simplificado, sleep timer, voltagem automatica, auto switch off, garantia de 1 ano	299,00	0
Manlec	televisor panasonic tc-20a7 20", controle remoto, entrada de audio e video, sistema pal-m, sleep timer, voltagem automatica	299,97	0
Manlec	televisor philco pcm-2046 20", controle remoto, tela azul, sistema pal-m e ntsc, timer programavel, entrada de audio e som traseira e frontal, voltagem automatica	301,99	0
PontoFrio	televisor toshiba 20" 2082, sintonia automatica, on screen display, controle remoto simplificado, sleep timer, tela azul, sound mute, no signal off, voltagem automatica	349,00	0

Tabela 14 - Avaliação dos Produtos sem informações na Base de Conhecimento do Cliente.

Com base na avaliação realizada, foi sugerida a compra do produto **Televisor CCE HPS2081 20"** junto ao consumidor, o qual optou por adquirir o produto sugerido. Baseado na informação do produto a ser adquirido o agente de pedido efetuou a compra do mesmo junto ao agente de venda da Loja Manlec.

No Segundo caso, o cliente 2 fez o mesmo pedido: **comprar um Televisor 20"**, com **pagamento a vista, entrega na própria loja e prazo de entrega imediata**. Só que neste caso, a base de conhecimento do cliente possuía as seguintes informações: **Marca - CCE Ruim, Philips Ótima, Panasonic Boa, Philco Boa, Controle Remoto - Simplificado, Sistema PAL-M e NTSC - PAL-M Bom e NTSC Ótimo**. A marca é muito importante, o controle remoto é importante, e o sistema pal-m e ntsc importante.

O agente de levantamento de produtos contatou com os agentes de vendas das Lojas Arapuã, Manlec e Ponto Frio e recebeu informações sobre 12 televisores de 20". Baseado nestas informações o agente de levantamento de produtos solicitou a execução do agente de avaliação, passando estas informações a ele. O agente de avaliação avaliou os produtos, levando em consideração não somente o preço, mas a preferência ou restrição do cliente quanto as características dos televisores avaliados, chegando ao resultado apresentado na tabela 15 (a tabela contém os cinco produtos que mais interessaram ao cliente).

Fornecedor	Descrição do Produto	Valor RS	Classificação
Manlec	Televisor Philips GX1659 20", estereo, controle remoto, entrada para audio e video, sistema PAL-M e NTSC, entrada para headphone, Sleep Timer, voltagem automatica, relógio	426,22	0,8285713
Manlec	televisor philco pcm-2046 20", controle remoto, tela azul, sistema pal-m e ntsc, timer programavel, entrada de audio e som traseira e frontal, voltagem automatica	301,99	0,7214285
Manlec	televisor semp 2066su 20", estereo, sap, controle remoto unificado, entrada de audio e video, sleep timer, relógio, sistema pal-m, pal-n e ntsc, voltagem automatica, timer on/off	368,65	0,6499999
Manlec	televisor sharp cr2057 20", fone de ouvido sem fio, controle remoto total, sap, tv a cabo, timer on/off, entrada de audio e video, sistema pal-m e ntsc, voltagem automatica, sleep timer	370,67	0,6499999
Manlec	Televisor Panasonic TC-20A7 20" controle remoto, entrada de audio e video, sistema PAL-M, Sleep Timer, voltagem automatica	299,97	0,6363637

Tabela 15 - Avaliação dos Produtos com Informações na Base de Conhecimento do Cliente.

Comparando as tabelas 14 e 15, pode-se observar que elas não possuem os mesmos produtos, isto deve-se ao fato de que neste teste a base de conhecimento do cliente possui informações, a qual é utilizada na avaliação dos produtos.

6.5.4 Agente de Pós-Venda

Após alguns dias da compra efetuada pelo cliente 2, o agente de pós-venda visitou este cliente para solicitar informações quanto ao grau de satisfação do cliente em relação ao produto adquirido por este.

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

Os progressos obtidos no desenvolvimento de novas tecnologias baseadas em conhecimento, têm contribuído para o aumento do potencial de aplicação dos computadores.

O desenvolvimento deste trabalho abordou um estudo sobre agentes inteligentes.

Como exemplo de aplicação estudou-se um sistema de compra e venda. O sistema desenvolvido apresenta uma estrutura Multi-Agentes e foi implementado na linguagem Java, sobre o sistema Concordia, os quais proporcionaram portabilidade e mobilidade aos agentes do sistema.

A utilização de Sistemas Multi-Agentes, para viabilizar um sistema de Compra e Venda, apresentou resultados satisfatórios, comprovando na prática que é possível automatizar boa parte das tarefas que compreendem os processos de compra e venda.

A técnica de tomada de decisão multi-critério difusa foi utilizada com êxito no processo de avaliação. Os resultados obtidos comprovam que é possível automatizar esta tarefa.

7.2 Recomendações

Com relação ao problema proposto, recomenda-se para trabalhos futuros, a inclusão de redes neurais, nos processos de adaptação e aprendizado dos agentes, a fim de permitir aos agentes demonstrarem oportunismo com o passar do tempo

Outra recomendação é a inclusão de processamento de linguagem natural no agente de levantamento de produtos, a fim de permitir uma analogia entre o produto solicitado e os produtos oferecidos, de forma a aprimorar a procura dos produtos solicitados pelo consumidor junto aos fornecedores.

Recomenda-se a ampliação do modelo de tomada de decisão, no agente de avaliação.

Na estrutura proposta, recomenda-se a inclusão de um agente tutor, para auxiliar o usuário na definição das funções de pertinência relativas a importância dada a determinadas características e as preferências do usuário, e um agente de previsão de vendas.

Por fim, devido o crescimento do número de aplicações utilizando agentes inteligentes, visualiza-se a necessidade de uma investigação sobre uma linguagem de comunicação de agentes padrão, que permita a comunicação entre agentes heterogêneos.

GLOSSÁRIO

ABC - é uma linguagem e um ambiente de programação interativa para computação pessoal.

Algoritmos - regras utilizadas para definir ou executar uma tarefa específica ou para resolver um problema específico.

Bit - (*Binary Digit* / Dígito Binário) - menor unidade de dado que um sistema pode tratar, pode assumir o valor 0 ou 1.

Blackout - pane de energia.

Byte - grupo de bits ou dígitos binários que o computador opera como uma unidade simples.

C - linguagem de programação de alto nível desenvolvida principalmente para escrever programas de sistemas estruturados.

C ++ - linguagem de programação de alto nível desenvolvida a partir do "C" que facilita um mecanismo de abstração fundamentalmente diferente através de programação orientada a objetos.

Compilador - *software* que converte um programa codificado em um programa em código de máquina.

Crackers - pessoas que escrevem programas que "forçam a abertura" dos computadores de outras pessoas para obter acesso a estes computadores.

Encapsulamento - significa tornar inacessível os detalhes da manipulação do objeto de seu meio externo.

Feedback - (realimentação) - retorno de informação de uma fonte que pode ser utilizada para modificar alguma coisa ou fornecer uma crítica construtiva de alguma coisa.

Gopher - é um tipo de programa cliente/servidor. O *gopher Internet* consiste de um sistema de menu figurativo que permite o acesso aos recursos na *Internet*.

Hardware - unidades físicas, componentes, circuitos integrados, discos e mecanismos que compõem um computador ou seus periféricos.

Herança - mecanismo para expressar a similaridade entre as classes, simplificando a definição de classes iguais a outras que já foram definidas.

Hipertexto - organização não linear de informações em um banco de dados que possibilita o cruzamento com outras informações deste banco de dados.

Host - computador em uma rede que oferece serviços especiais ou linguagens de programação para todos os usuários; computador principal de controle em um sistema multi-usuário ou distribuído.

Hypermédia - banco de dados de hipertexto consistindo de diferentes tipos de informações (texto, fotografias, som, voz, vídeo).

Internet - rede mundial de computadores.

Intranet - rede de computadores interna a uma organização.

Linguagem - sistema de palavras ou símbolos que permite a comunicação com computadores (como a que permite que instruções de computador sejam introduzidas como palavras de fácil entendimento, que são traduzidas para código de máquina).

Linkagem - (ligação) - combinação de programas separados e padronizados das chamadas ou referências dentro delas.

Macintosh - computador fabricado pela Apple, o qual já vem com sistema operacional embutido. Este sistema operacional possui recursos gráficos de interface.

Mainframe - sistema de computação em grande escala e alto potencial de processamento que pode manipular memória de alta capacidade e dispositivos auxiliares de armazenamento bem como um número de operadores simultaneamente.

Máquina Virtual - máquina simulada e suas operações.

MMX - a tecnologia MMX é integrada na arquitetura Intel para proporcionar maior performance e compatibilidade.

Modula-3 - linguagem de programação similar ao PASCAL mas muito maior e capaz de resolver problemas bastante complexos.

Multithread - (Multitransação) - programa que utiliza mais de um passo lógico, com cada passo sendo executado concorrentemente.

Objective C - é uma linguagem de programação orientada a objetos. É um superconjunto do ANSI C e proporciona passagens de classes e mensagens similares ao Smalltalk.

Off-Line - processamento por dispositivos que não estão sob o controle de um computador central.

On-Line - processamento por dispositivos conectados a e sob o controle de um computador

central (o usuário permanece em contato com o computador central durante o processamento).

Pascal - linguagem de programação estruturada de alto nível utilizada em microcomputadores e para ensino de programação.

Perl - é uma linguagem interpretada otimizada para pesquisa arbitrária em arquivos textos, extraíndo informações destes arquivos textos, e imprimindo relatórios baseados nestas informações.

Polimorfismo - é a característica de objetos comportarem-se de diferentes formas para uma mesma mensagem enviada.

SmallTalk - linguagem de computador na qual todas as entidades são tratadas como objetos que podem enviar mensagens uns para os outros.

Software - qualquer programa ou grupo de programas que instrui o *hardware* sobre a maneira como ele deve executar uma tarefa, inclusive sistemas operacionais, processadores de textos e programas de aplicações.

Solaris - sistema operacional da Sun.

Unix - sistema operacional popular para micros, estações de trabalho e computadores de grande porte.

URL - (*Uniform Resource Locator*). É um texto utilizado para identificar e endereçar um item em uma rede de computadores.

Usenet - é um sistema diretamente relacionado com a *Internet*, que emprega o correio eletrônico para

oferecer um serviço centralizado de notícias.

Vírus - é um maléfico programa de computador capaz de copiar a si mesmo, infectando outros programas e computadores.

WAN - (*Wide Area Network* / Rede de área estendida) - rede onde os vários terminais estão bastante distantes entre si e ligados através de canais de rádio ou satélite.

WWW - (*World Wide Web* / Teia mundial).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Busuioc, M., Griffiths, D. - *Cooperating intelligent agents for service management in communications networks. Proceedings of the Special Interest Group on Cooperating Knowledge Based Systems. Selected Papers from the Workshop*, pg. 213-26, 1994.

Chiavenato, I. - *Vamos abrir um novo negócio ?* Makron Books, São Paulo, 1995.

Crystaliz - *Mobile Agent Facility Specification (Joint Submission)*. The Open Group, Crystaliz, Inc., General Magic, Inc., GMD FOKUS, International Business Machines Corporation, 1997.

Dale, J. - *A Mobile Agent Architecture to Support Distributed Resource Information Management. Thesis of Doctor of Philosophy, Faculty of Engineering, Department of Electronics and Computer Science, University of Southampton*, janeiro, 1997.

Davidsson, P. - *Concept Acquisition by Autonomous Agents: Cognitive Modeling versus the Engineering Approach*. Lund University Cognitive Studies 12, ISSN 1101-8453, Lund University, Suécia, 1992.

Davidsson, P. - *On the Concept of Concept in the Context of Autonomous Agents*. In *Second World Conference on the Fundamentals of Artificial Intelligence*, pg. 85-96, 1995.

Farley, S. R. - *Mobile Agent System Architecture: A flexible alternative to moving data and code to complete a given task*. Java Report. SIGS Publications, Inc. New York, NY, USA, 1997.

Franklin, S., Graesser, A. - *Is it na Agents, or just a Program ??: A Taxonomy for Autonomous Agents*. Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages, Springer-Verlag, 1996.

Genesereth, M. R., Ketchpel, S. P. - *Software Agents*. CACM - Communicatons of the ACM, vol. 37, n° 7, pg. 48-53, julho, 1994.

Gilbert, D., Janca, P. - *IBM Intelligent Agents*. IBM Corporation, Research Triangle Park, USA, 1996.

Gray, R. S. - *Agent Tcl: Alpha Release 1.1*. Documentação do Sistema Agente Tcl, Departamento de Ciências da Computação, Faculdade Dartmouth, Hanover, 1995.

Halhill, T. R. - *Java: Hoje a Web, Amanhã o Mundo*. Byte Brasil, Ed. Rever, pg. 32-43, janeiro, 1997.

Harrison, C. G., Chess, D. M., Kershenbaum, A. - *Mobile Agents: Are they a good idea ?*. IBM Research Report, IBM Research Division, T. J. Watson Research Center, NY, 1995.

Hermans, B. - *Intelligent Software Agents on the Internet: an inventory of currently offered functionality in the information society & a prediction of (near-) future developments*. Tilburg University, Tilburg, Holanda, julho, 1996.

IBM - *Open Blueprint: Intelligent Agent Resource Manager*. IBM Corporation, Document Number G325-6592-00, 1995.

ITA - **Concordia: An Infrastructure for Collaborating Mobile Agents**. *First International Workshop on Mobile Agents 97 (MA'97)*, Berlin, Alemanha, abril, USA, 1997c.

ITA - **Concordia Agent Development Guide - Beta 1 Release**. *Mitsubishi Electric Information Technology Center America (ITA), Horizon Systems Laboratory, USA*, 1997d.

Jennings, N. R. - **Agent Software**. *Proceedings UNICOM Seminar on Agent Software*, Londres, UK, pg. 12-27, 1995.

Jennings, N., Wooldridge, M. - **Software Agents**. *IEEE Review*, pg. 17-20, janeiro, 1996.

Kelley, E. J. - **Mercadologia: Estratégia e Funções**. Tradução José Ricardo Brandão Azevedo. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 2ª Ed., 1972.

Kern, E. - **Uma Estrutura de Agentes para o Processo de Licitação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1998.

Kickert, W. J. M. - **Fuzzy theories on decision-making: A critical review**. Kluwer Boston, Inc. Holanda, 1978.

Lange, D. B., Chang, D. T. - **IBM Aglet Workbench: A White Paper**. IBM Corporation, setembro, 1996.

Lingnau, A., Drobnik, O. - **An Infrastructure for Mobile Agents: Requirements and Architecture**. *Proceedings 13th DIS Workshop*, Orlando, Flórida, setembro, 1995.

Lingnau, A., Drobnik, O., Dömel, P. - **An HTTP - Based Infrastructure for Mobile Agents**. *World Wide Web Journal - Fourth International World Wide Web Conference Proceedings*, Boston, MA, Dec 11-14, 1995.

Luck, M., Griffiths, N., d'Inverno, M. - ***From Agent Theory to Agent Construction: A Case Study.*** In *Intelligent Agents III: Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages*, Mueller, Wooldridge and Jennings (eds.), *Lecture Notes in AI*, 1193, pg. 49-63, Springer-Verlag, 1997.

McNealy, S. - **Java. É tudo Isso mesmo ?** Informática Exame, Ed. Abril, maio, 1997.

Nwana, H. S. - ***Software Agents: An Overview.*** *Knowledge Engineering Review Press*, vol. 11, nº 3, pg. 1-40, 1996.

Rich, E., Knight, K. - ***Artificial Intelligence.*** McGraw-Hill, Inc. Nova Iorque, USA, 1993.

Ritchey, T. - **Programando com Java! Beta 2.0.** Tradução de Geraldo da Costa Filho, Ed. Câmpus, Rio de Janeiro, 1996.

Robinson, E. M., Hall, J. C. - **Organização e Administração de Negócios.** Tradução Roque Theophilo. Editora McGraw-Hill, Rio de Janeiro, 1971.

Schneider, S. - **Comércio aposta no atendimento: lojistas preparam uma verdadeira revolução, informatizam estabelecimentos e se preparam para concorrer no mundo globalizado.** *Diário Catarinense*, Ano XII, Nº 4214, Florianópolis, 26 de outubro, 1997.

Souza, E. M. S. - **Uma Estrutura de Agentes para Assessoria na Internet.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1996.

Stone, P., Veloso, M. - ***Multiagent Systems: A Survey from a Machine Learning Perspective.*** *CMU CS technical report number CMU-CS-97-193*, USA, 1997.

Sycara, K., Decker, K. , Pannu, A., Williamson, M., Zeng, D. -*Distributed Intelligent Agents. IEEE Expert, Dec-96, 1996.*

Tapscott, D. - **Economia Digital.** Tradução Maria C. dos S. R. Ratto. Makron Books, São Paulo, 1997.

Wooldridge, M., Jennings, N. R. - *Intelligent Agents: Theory and Practice. The Knowledge Engineering Review*, vol. 10, nº 2, pg. 115-152, 1995.

Zimmermann, H. J. - *Fuzzy Sets Theory and Its Applications.* Kluwer - Nijhoff, Boston, USA,1992.

REFERÊNCIAS PARA WWW

Auer, K. (1995). *Agents* [on-line].

URL: <http://www.tip.net.au/~kauer/project/main.htm> [janeiro, 1997].

Belgrave, M. (1995). *The Unified Agent Architecture: A White Paper* [on-line].

URL: http://www.ee.mcgill.ca/~belmarc/uaa_paper.html [março, 1997].

Finin, T. (1997). *Agent Programming and Scripting languages* [on-line].

URL: <http://www.cs.umbc.edu/agents/technology/asl.shtml> [maio, 1997].

Foner, L. (1996). *What's an Agent, Anyway ? A Social Case Study* [on-line].

URL: <http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/Julia/Julia-intro.html> [setembro, 1996].

Gilbert, D., Manny, A. (1996). *Intelligent Agent Strategic* [on-line].

URL: <http://activist.gpl.ibm.com:81/WhitePaper/ptc2.html> [novembro, 1996]

Hohl, Fritz {1996}. *Mole: a Java Mobile Agent System* [on-line].

URL: <http://www.oasis.leo.org/java/applications/network/mole.dsc.html> [maio, 1997].

ITA (1997a). *Mobile Agent Computing*. [on-line].

URL:

<http://www.meitca.com/HSL/Projects/Concordia/MobileAgentsWhitePaper.html>

[março, 1997].

ITA (1997b). *Introducing Concordia* [on-line].

URL: <http://www.meitca.com/HSL/Projects/Concordia/> [maio, 1997].

Johansen, D., Sudmann, B. P. (1997). *Operating system support for networking agents: Overview of the TACOMA project* [on-line].

URL: <http://www.cs.uit.no/DOS/Tacoma/> [maio, 1997].

Nissen, M. (1995). *Intelligent Agents: A Technology and Business Application Analysis* [on-line].

URL: <http://haas.berkeley.edu/~heilmann/agents/> [janeiro, 1997].

Noschang, M. (1996). *Agents Tools Page* [on-line].

URL: <http://www.ececs.uc.edu/~mnoschan/tools.html> [março, 1997].

Orchard, D. (1996). *Intelligent Agents* [on-line].

URL: <http://www.pacificspirit.com/Courses/Agents/27.htm> [novembro, 1996].

Tcl (1996). *TCL WWW Info* [on-line].

URL: <http://www.sco.com/Technology/tcl/Tcl.html> [maio, 1997].

W3C (1996). *Mobile Code* [on-line].

URL: <http://www.w3.org/pub/WWW/MobileCode/> [maio, 1997].

White, J. (1996). *Mobile Agents White Paper* [on-line].

URL: <http://www.genmagic.com/agents/Whitepaper/whitepaper.html> [fevereiro, 1997].

ANEXO I

CÓDIGO JAVA DO AGENTE DE PROPAGANDA

```
#####
//                               A g e n t e P r o p a g a n d a
#####
// A classe AgentePropaganda realiza a distribuicao de propaganda aos clientes. Este Agente move-se a
// máquina de todos os consumidores, que consituem o público alvo da propaganda.
#####

// a propridade de confiabilidade aplica-se ao programa pelo fato dele mostrar benevolência e
// veracidade na execução de suas tarefas

// a propriedade de responsabilidade aplica-se ao programa pelo fato dele concluir as tarefas delegadas a
// ele

package Agentes.AG_Venda.AGV_Propaganda;
import Agentes.*;
import Agentes.AG_Venda.AGV_Interface.*;
import java.util.*;
import COM.meitca.concordia.*;
import COM.meitca.concordia.event.*;
import java.lang.*;
import java.io.*;

#####
//                               C L A S S E   A g e n t e P r o p a g a n d a
#####

public class AgentePropaganda extends Agent implements EventHandler {

    // estado do agente
    protected EventManagerProxy    eventManager;
    protected EventPost            eventQueue;
    private String                 fornecedor;
    private String                 endereco;
    private String                 mensagem;
```

```

private String texto;
private Vector itinerario; // Itinerario auxiliar

//*****
//                               CONSTRUTOR AgentePropaganda
// *****

public AgentePropaganda(String forn, String IP, String m, String d, String p,
                        CadastroFornecedoresDepartamentos cfd, CadastroClientesDepartamentos ccd,
                        CadastroClientes cc, CadastroPedidos cp){

    // Aplicação da propriedade de representabilidade
    fornecedor = new String(forn);
    endereco = new String(IP);

    mensagem = new String(m);
    String departamento = new String(d);
    String publico = new String(p);
    boolean interessa;

    RegistroFornecedoresDepartamentos rfd;
    RegistroClientesDepartamentos rcd;
    RegistroClientes rc;
    RegistroPedidos rp;

    itinerario = new Vector();

    try{

        // =====
        // Monta itinerario
        // =====

        Itinerary itinerary = new Itinerary();
        itinerary.addDestination(new Destination(endereco, "Iniciar"));

        // =====
        // Monta Vetor ClientesDepartamentos
        // =====

        Vector vcd = new Vector();
        Enumeration cd = ccd.elementos();
        while (cd.hasMoreElements()) {
            rcd = (RegistroClientesDepartamentos)cd.nextElement();
            vcd.addElement(new String( rcd.getCliente() + "|" + rcd.getDepartamento()));
        }

        // =====
        // Monta Vetor com clientes (todos/empresa)
        // =====

        Vector vtc = new Vector();
        if (publico.compareTo("Clientes") == 0) {
            Enumeration cli = cp.elementos();
            while (cli.hasMoreElements()) {
                rp = (RegistroPedidos)cli.nextElement();
                if ( !vtc.contains(rp.getNome() + "|" + rp.getIP()) ) {
                    vtc.addElement(new String( rp.getNome() + "|" + rp.getIP() ));
                }
            }
        }
    }
}

```

```

    }
} else {
    Enumeration cli = cc.elementos();
    while (cli.hasMoreElements()) {
        rc = (RegistroClientes)cli.nextElement();
        vtc.addElement(new String( rc.getNome() + "|" + rc.getID() ));
    }
}

// =====
// Verifica se cliente interessa
// =====

// aplicação da propriedade de autonomia - selecionar clientes
// aplicação da propriedade de inteligência - selecionar clientes que interessam
Enumeration cli = vtc.elements(); // Vetor de Clientes
while (cli.hasMoreElements()){
    String nome = new String((String)cli.nextElement());
    String end = new String(nome.substring(nome.indexOf("|")+1));
    nome = nome.substring(0, nome.indexOf("|"));

    interessa = false;
    // ***** Todos os departamentos interessam *****
    if (departamento.compareTo("Todos") == 0){
        interessa = true;
    } else {
        // ***** Apenas os departamentos da empresa interessam *****
        if (departamento.compareTo("Empresa") == 0){
            Enumeration cf = cfd.elementos();
            while (cf.hasMoreElements() && !interessa) {
                rfd = (RegistroFornecedoresDepartamentos)cf.nextElement();
                if (vcd.contains(nome + "|" + rfd.getDepartamento())){
                    interessa = true;
                }
            }
        } else {
            // ***** Apenas um departamentos especifico interessam *****
            if (vcd.contains(nome + "|" + departamento)) {
                interessa = true;
            }
        }
    }
}

// =====
// Adiciona clientes que interessam ao itinerario
// =====

// aplicação propriedade de flexibilidade
if (interessa) {
    // aplicação propriedade de mobilidade - determinação dinâmica do caminho
    // aplicação propriedade de autonomia - determinação do caminho
    itinerario.addDestination(new Destination(end, "Propaganda"));
    itinerario.addElement(new String( end + "|" + nome ));
}
}

```

```

        setItinerary(itinerary);

        String relatedClasses[] = {};
        setRelatedClasses(relatedClasses);
        setHomeCodebaseURL(null);

    } catch (Exception e){ e.printStackTrace(); }
}

// *****
//                               METODO Iniciar
// *****

public void Iniciar() {
}

// *****
//                               METODO Propaganda
// *****
// Método levado pelo agente. Este é responsável por passar a propaganda para o agente de interface e
// informação
// *****

public void Propaganda() {
    String nome;
    String end;
    String aux;

    try{
        // =====
        // retira enderece e nome do cliente da vetor itinerario
        // =====

        aux = (String)itinerario.elementAt(0);
        nome = aux.substring(aux.indexOf("|") + 1);           // nome do provedor
        end = aux.substring(0, aux.indexOf("|"));             // endereco do cliente
        itinerario.removeElementAt(0);

        // =====
        // Create Event Manager Proxy Event Queue.
        // =====

        eventManager = new EventManagerProxy();
        eventQueue = new EventQueueImpl((EventHandler)this);

        // =====
        // Register to receive EventMsg.
        // =====

        EventMsg agentEvent = new EventMsg("", "", "", "");
        EventType events[] = {agentEvent};
        eventManager.registerEvents(events, eventQueue);

        // =====
        // Envia Propaganda ao cliente
        // =====

        // aplicação da propriedade de comunicabilidade

```

```
        // aplicação da propriedade de discurso
        EventMsg event = new EventMsg(getAgentID(), "Interface-Compra-"+nome, "EPropaganda",
endereco + "|" + fornecedor + "|" + mensagem);
        eventManager.postEvent(event);

    } catch(Exception e){ e.printStackTrace(); }
}

// *****
//                               METODO handleEvent
// *****

public void handleEvent(EventType event) {
    }
}

// as propriedade de persistência, degradação gradual são controladas pelo sistema concórdia
```