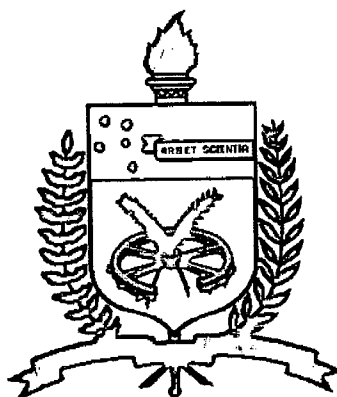


Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Produção



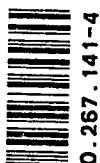
**UMA ESTRUTURA DE AGENTES PARA
ASSESSORIA NA INTERNET**

Eliane Moreira Sá de Souza
Mestranda

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia

Prof. Fernando Ostuni Gauthier, Dr. Eng
Orientador

Florianópolis, Novembro de 1996



**UMA ESTRUTURA DE AGENTES PARA
ASSESSORIA NA INTERNET**

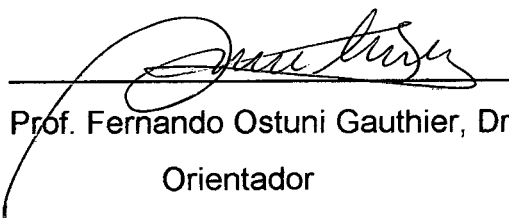
Eliane Moreira Sá de Souza

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA, ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

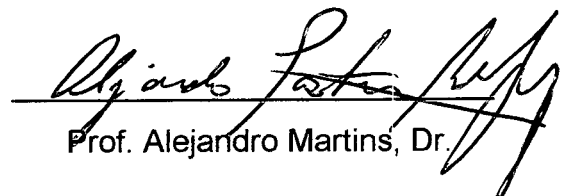


Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:

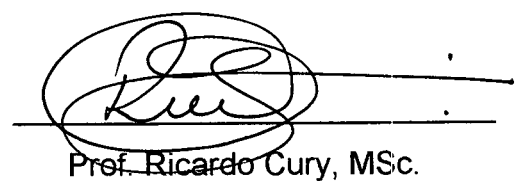


Prof. Fernando Ostuni Gauthier, Dr.
Orientador



Prof. Alejandro Martins, Dr.

Prof. Édis Mafra Lapolli, Dra. .



Prof. Ricardo Cury, MSc.

*A um Anjo da
Guarda que está ao lado de
Deus, por sempre ter sido
exemplo e estímulo para a
busca de novos desafios e
conquistas:*

meu pai, Cláudio Sá.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Em especial agradeço:

Ao Otávio, meu marido, incentivador e colaborador, pelo carinho e compreensão e por não me deixar desanimar frente aos obstáculos que se apresentaram para a conclusão deste trabalho.

Às minhas filhas Carla e Luciana por tudo que são e por me desculparem pelos constantes dias de abandono.

À minha mãe, por compreender e aceitar a ausência imposta para esta realização.

Ao Prof. Fernando Gauthier, Dr. Eng, meu orientador, pela dedicação e apoio para a realização deste trabalho.

À uma grande amiga, Lígia Ghisi, pela amizade, estímulo e colaboração.

SUMÁRIO

<u>1 - INTRODUÇÃO</u>	<u>1</u>
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 LIMITAÇÕES	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
<u>2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</u>	<u>5</u>
2.1 INTRODUÇÃO	5
2.2 ADMINISTRAÇÃO SISTÊMICA	5
2.3 SISTEMAS DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	6
2.3.1 CICLO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	8
2.3.2 MODELO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	9
2.4 SUBSISTEMAS DE PRODUÇÃO	11
2.5 SUBSISTEMA DE PLANEJAMENTO.....	11
2.5.1 PLANEJAMENTO AGREGADO.....	12
2.5.2 PLANO MESTRE	13
2.5.3 PLANEJAMENTO DE RECURSOS DE MANUFATURA.....	17
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
<u>3 TEORIA DE AGENTES</u>	<u>19</u>
3.1 INTRODUÇÃO	19
3.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DISTRIBUÍDA.....	20
3.2.1 DEFINIÇÃO.....	20

3.2.2	RESOLUÇÃO DISTRIBUÍDA DE PROBLEMAS - DPS.....	21
3.2.3	SISTEMAS MULTI-AGENTES - MAS	21
3.3	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE AGENTES.....	22
3.3.1	OBJETOS	23
3.3.2	AGENTES.....	24
3.3.3	AGENTES AUTÔNOMOS	25
3.4	DEFINIÇÃO DE AGENTES	26
3.5	FUNÇÕES DOS AGENTES.....	28
3.6	PROPRIEDADES DOS AGENTES	29
3.6.1	AUTONOMIA	29
3.6.2	MOBILIDADE.....	30
3.6.3	COMUNICABILIDADE	31
3.6.4	DISCURSO	32
3.6.5	INTELIGÊNCIA	32
3.6.6	REATIVIDADE	34
3.6.7	HABILIDADE SOCIAL.....	34
3.6.8	REPRESENTATIVIDADE.....	34
3.6.9	PRÓ-ATIVIDADE.....	35
3.6.10	FLEXIBILIDADE.....	35
3.6.11	PERSISTÊNCIA.....	35
3.6.12	COOPERATIVIDADE	36
3.6.13	COMPORTAMENTO ADAPTATIVO.....	36
3.6.14	CONFIABILIDADE.....	37
3.6.15	PERSONALIZAÇÃO	37
3.6.16	DEGRADAÇÃO GRADUAL (<i>GRACEFUL DEGRADATION</i>)	38
3.6.17	APRENDIZAGEM.....	38
3.6.18	COERÊNCIA.....	39
3.6.19	ABSTRAÇÃO	39
3.6.20	PLANEJAMENTO.....	40
3.7	AGÊNCIA.....	40
3.7.1	DEFINIÇÃO.....	40

3.7.2	AGÊNCIA - CONFORME GILBERT ET AL. (1996)	40
3.7.3	AGÊNCIA - CONFORME COEN (1994)	44
3.7.4	AGÊNCIA - CONFORME BELGRAVE (1995)	44
3.7.5	AGÊNCIA - CONFORME NISSEN (1995)	45
3.7.6	AGÊNCIA - CONFORME AUER (1995)	45
3.7.7	AGÊNCIA - CONFORME WOOLDRIDGE & JENNINGS (1995)	47
3.8	CLASSES DE AGENTES	48
3.8.1	QUANTO AO NÍVEL DE INTELIGÊNCIA	48
3.8.2	QUANTO À AQUISIÇÃO DE INTELIGÊNCIA	49
3.8.3	QUANTO AS TAREFAS QUE EXECUTAM	50
3.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
4	<u>ARQUITETURA DE AGENTES E APLICAÇÕES</u>	53
4.1	INFRA-ESTRUTURA NECESSÁRIA PARA AGENTES	53
4.1.1	INFRA-ESTRUTURA PARA AGENTE MÓVEL	53
4.1.2	INFRA-ESTRUTURA PARA AGENTE INTELIGENTE	54
4.2	ARQUITETURA	57
4.2.1	ARQUITETURA DE SOCIEDADES	57
4.2.2	ARQUITETURA DE AGENTES	59
4.2.3	ARQUITETURAS REATIVAS	64
4.2.4	ARQUITETURAS HÍBRIDAS	66
4.3	CONSTRUÇÃO DE AGENTES	69
4.3.1	TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO	69
4.3.2	LINGUAGENS	73
4.4	APLICAÇÕES	74
4.4.1	AGENTE HOMER	74
4.4.2	AGENTE MAXIMS	74
4.4.3	AGENTE BARGAIN FINDER	75
4.5	PROGRAMAÇÃO NA INTERNET	76
4.5.1	ASPECTOS GERAIS	76

4.5.2 LINGUAGEM JAVA.....	76
4.5.3 COMUNICAÇÃO NA REDE	79
4.5.4 SOCKETS.....	81
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82

5 MODELO DE ESTRUTURA PARA ASSESSORIA ATRAVÉS DA INTERNET83

5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	83
5.1.1 COMUNICAÇÃO.....	84
5.1.2 GERENCIAMENTO DO SISTEMA.....	84
5.1.3 ARQUITETURA DO SISTEMA	85
5.2 ARQUITETURA	85
5.2.1. AGENTE AGSERVER	87
5.2.2. AGENTE AGCLIENT	91
5.2.3. AGENTES APLICATIVOS	94
5.3 COMUNICAÇÃO.....	95
5.3.1. AGSERVER-AGCLIENT	96
5.3.2. AGSERVER - AGENTES APLICATIVOS	96
5.3.3 AGENTES APLICATIVOS - AGCLIENT.....	97
5.3.4. ESTRUTURA DA MENSAGEM.....	97
5.3.5 ESTRUTURA DE QUADRO NEGRO	98

6 APLICAÇÃO PRÁTICA.....100

6.1 APLICAÇÃO.....	100
6.1.1. AGSERVER.....	101
6.1.2. AGCLIENT	102
6.1.3. AGENTE INFORMAÇÃO.....	102
6.1.4. AGENTE DEMONSTRAÇÃO.....	103
6.1.5. AGENTE CADASTRO.....	104

6.1.6. AGENTE LISTA DE MATERIAIS.....	105
6.1.7. AGENTE PLANO MESTRE.....	105
6.2. ESTRUTURA DE MENSAGENS.....	107
6.3 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....	108
6.3.1 PORTABILIDADE	108
6.3.2. PROCESSAMENTO DISTRIBUÍDO.....	108
6.3.3. TRATAMENTO DE PROTOCOLOS	108
6.4 LIMITAÇÕES	109
<u>7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</u>	110
<u>8 GLOSSÁRIO</u>	112
<u>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	113

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1- Ciclo do Sistema de Produção	9
Figura 2 - Modelo do sistema de planejamento e controle de produção	10
Figura 3 - Plano Agregado	12
Figura 4 - Plano Mestre Conforme Acompanhamento da Previsão de Vendas..	15
Figura 5 - Plano Mestre Nivelado	15
Figura 6 - Ambiente do Agente	23
Figura 7 - Agência.....	41
Figura 8 - Agência.....	43
Figura 9 - Arquitetura de Quadro-Negro	59
Figura 10 - Arquitetura Funcional	61
Figura 11 - Interligações de Redes.....	79
Figura 12 - Conexão Socket entre Cliente e Servidor.....	81
Figura 13 - APCP - Modelo para Assessoria em PCP na INTERNET	84
Figura 14 - Arquitetura geral do sistema APCP	86
Figura 15 - Arquitetura do agente AgServer	88
Figura 16 - Arquitetura do Agente AgClient.....	92
Figura 17 - Arquitetura de um Agente Aplicativo	95
Figura 18 - Comunicação AgServer-AgClient	96
Figura 19 - Comunicação AgServer - Agente Aplicativo.....	97
Figura 20 - Comunicação Agente Aplicativo - AgClient	97
Figura 21 - Estrutura de uma mensagem.....	98
Figura 22 - Estrutura de Quadro Negro	99
Figura 23 - Interface Agente AgServer	101
Figura 24 - Interface do AgClient.....	102
Figura 25 - Interface do Agente Informação	103
Figura 26 - Interface do Agente Cadastro.....	104
Figura 27 - Interface do Agente Plano Mestre	105

Figura 28 - Gráfico da Produção Estimada Solicitado pelo Agente Plano	
Mestre	106
Tabela 1 - Propriedades da Agência	51
Tabela 2 - Algumas mensagens utilizadas no sistema APCP	107

RESUMO

O presente trabalho refere-se a um estudo sobre a tecnologia de agentes inteligentes e sua aplicabilidade em sistemas de assessoria na INTERNET.

O modelo desenvolvido para tal fim é composto por uma sociedade de agentes que interagem entre si, formando um Sistema Multi-Agentes.

A arquitetura proposta para o sistema é composta por três classes de agentes: Agente Servidor, que gerencia os processos do sistema em geral; Agente Cliente, que administra os processos de cada Empresa-Cliente e Agentes Aplicativos, os quais são responsáveis pela execução das tarefas específicas do domínio da assessoria disponibilizada ao usuário.

Para demonstrar a aplicabilidade e funcionalidade do modelo proposto, foi prototipado o Sistema APCP - Assessoria em Planejamento e Controle da Produção na INTERNET, utilizando-se a linguagem JAVA, o qual implementa, além dos agentes Servidor e Cliente, os agentes Aplicativos que demonstram o sistema, disponibilizam informações, possibilitam o cadastramento de Empresas-Cliente e elaboram o plano mestre de produção.

Finalmente foram analisados os resultados obtidos, concluindo-se que o modelo apresentado se aplica a sistemas de Assessoria na INTERNET,

ABSTRACT

This work is a study about the intelligent agent technology and its applicability in advise systems through the INTERNET.

The developed model to this goal is compound by a society of agents that interact between each other, becoming a multi-agent system.

The proposed architecture to the system is compound by three classes of agents: Server agent, that manages the general system procedures; Client agent, that manages each Client-Corporation process and Application agents, wich are responsible by the execution of especific jobs from advise domain, offered to the user.

To demonstrate the proposed model applicability and funcionality, the APCP system - Advise in production control and planning through INTERNET was prototyped, using the JAVA language, wich implements the Server agent, Client agent and also the Application agents, that demonstrate the system, dispose informations, turn possible the inclusion of Client-Corporation and make the production master plan.

Finally, the obtained results were analyzed, concluding that the presented model is applicable for Advise Systems in INTERNET.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

O cenário competitivo no qual as organizações estão inseridas exige um tratamento rápido e dinâmico das informações bem como, processos cada vez mais otimizados, tornando imprescindível o planejamento estratégico necessário para a sobrevivência e sucesso das empresas.

Por outro lado, para viabilizar metas e objetivos organizacionais, a informática exige aprimoramento constante, determinando interesse pela pesquisa, em busca de novas técnicas ou desenvolvimento e aplicabilidade daquelas já existentes.

Neste contexto, conforme Maes (1994), o número cada vez maior de informações impõe um novo modelo na informática: a computação centralizada na rede. Nele, a computação, comunicação e conteúdo convergem e a rede torna-se o computador.

Com este novo ambiente, o canal para a informação apresenta-se como uma explosão de novas tarefas e serviços, porém sua complexidade exige um novo estilo de interação homem-máquina, onde o computador torna-se um colaborador inteligente, ativo e personalizado (ibidem).

Assim, em busca de novas soluções para aumentar a competitividade das organizações e viabilizar esta nova tendência da informática, surge o interesse pela pesquisa e disseminação de um novo paradigma da computação: a tecnologia de agentes inteligentes, a qual objetiva assistir usuários e executar tarefas em favor destes, gerenciando assim a complexidade do ambiente.

A utilização de agentes possibilita o planejamento e controle da produção na rede, convergindo os recursos da computação, comunicação e planejamento estratégico, para consecução das metas organizacionais.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor uma estrutura de agentes para viabilizar um Sistema de Assessoria em Planejamento e Controle da Produção através da INTERNET.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar e disseminar a tecnologia de agentes inteligentes;
- Aumentar a abrangência da prestação de serviços de assessoria em Planejamento e Controle da Produção;
- Demonstrar a viabilidade do Planejamento e Controle da Produção de forma integrada, através da cooperação entre agentes de domínios específicos, para execução de tarefas e compartilhamento de informações.

- Demonstrar o potencial de uso da INTERNET como meio de compartilhamento de recursos de *hardware* e *software*.

1.3 Limitações

No presente trabalho foi desenvolvido um protótipo de Sistema de Assessoria em Planejamento e Controle da Produção para testar a aplicabilidade do modelo proposto: uma estrutura para assessoria na INTERNET.

Por se tratar de um protótipo, o teste da estrutura objetivou verificar o desempenho, funcionalidade e comunicação dos agentes, bem como a possibilidade de incorporação de diferentes agentes aplicativos na arquitetura proposta.

Os agentes Aplicativos prototipados não foram implementados na plenitude de suas funções, constituindo uma fração dos agentes necessários à Assessoria em Planejamento e Controle da Produção.

As características determinantes do grau de inteligência dos agentes não foram exploradas neste trabalho, caracterizando-os como agentes, de baixo grau de inteligência.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em nove capítulos.

- No primeiro capítulo é apresentada uma introdução ao trabalho desenvolvido, os objetivos e as limitações do mesmo;
- No capítulo 2, são apresentadas algumas metodologias que compõem o Planejamento e Controle da Produção;
- No capítulo 3, são abordadas metodologias referentes à teoria de agentes;
- No capítulo 4 são apresentadas algumas arquiteturas e aplicações com agentes e alguns conceitos básicos para programação na INTERNET;
- No capítulo 5 é apresentado o modelo proposto para assessoria através da INTERNET.
- No capítulo 6 é relatada a apresentada a aplicação prática do trabalho;
- No capítulo 7 são apresentadas as conclusões e recomendações relativas ao trabalho.
- No capítulo 8 está relacionado o glossário.
- Finalmente, no capítulo 9 está relacionada a bibliografia utilizada.

2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.1 Introdução

A sobrevivência e sucesso de uma organização depende da eficiência com a qual produz seus bens e serviços, sendo o custo do produto determinado em grande parte pela eficiência do seu sistema produtivo

Assim sendo, as organizações atuam na busca do aperfeiçoamento de seus Sistemas de Administração da Produção, considerados por Giannessi & Correia (1993) como o coração dos processos produtivos.

Neste capítulo serão vistos alguns conceitos pertinentes ao Planejamento e Controle da Produção, um dos sistemas produtivos da organização.

2.2 Administração Sistêmica

Conforme Stoner (1985), a visão sistêmica da administração focaliza a organização como um sistema unificado, formado por partes inter-relacionadas e voltado para um determinado fim, que possibilita ao administrador considerar a organização como um todo e como parte do meio exterior mais amplo.

Harding (1992) afirma que a grande vantagem da abordagem sistêmica é que ela ultrapassa os limites de departamentos funcionais bem como, ressalta a importância do trabalho como um todo.

A empresa no contexto sistêmico é considerada como um sistema pertencente a um outro sistema maior e está inter-relacionada com outros, sendo composta de subsistemas que interagem para construir um todo dinâmico (ibidem).

Para Stoner (1985), a teoria dos sistemas chama a atenção para a dinâmica e natureza integrativa da organizações, permitindo visualizar a empresa que produz bens e serviços, como um conjunto de componentes relacionados e em interação, que desempenham funções e têm objetivos associados com o todo, formando um sistema.

2.3 Sistemas de Administração da Produção

O planejamento, organização, direção e acompanhamento da produção são importantes não só para a organização mas também, para o indivíduo e para a sociedade como um todo, uma vez que a eficácia deste sistema depende do projeto dos subsistemas componentes e das tarefas desempenhadas pelo trabalhador alocado ao sistema (Stoner, 1985).

Monks (1987) associa as atividades de produção à base do sistema econômico de uma nação, pois estas transformam as entradas do sistema de produção (recursos de capital, recursos de material e recursos humanos) em bens e serviços de maior valor.

Atualmente os termos *Administração de Produção* e *Administração Operacional*, segundo Stoner (1985), são empregados indistintamente, constituindo em:

- Planejamento dos objetivos do sistema de produção/operações e o estabelecimento de diretrizes para consecução destes objetivos;

- Organização dos recursos humanos e de capital para produção eficiente de bens e serviços;
- Direção, liderança e motivação dos empregados, objetivando maior produtividade;
- Acompanhamento e controle do desempenho do sistema de produção para garantir a consecução dos objetivos organizacionais.

Monks (1987, p.4) define Administração de Produção como sendo “a atividade pela qual os recursos, fluindo dentro de um sistema definido, são reunidos e transformados de uma forma controlada, a fim de agregar valor, de acordo com os objetivos empresariais”.

Sob o ponto de vista de Giannessi & Correia (1993) Sistemas de Administração da Produção são aqueles que disponibilizam as informações para a tomada de decisão gerencial inteligente, propiciando uma administração eficaz no que se refere a:

- Fluxo de materiais;
- Utilização de mão-de-obra e equipamentos;
- Coordenação das atividades internas com as atividades de fornecedores e distribuidores;
- Comunicação com os clientes buscando relacionar suas necessidades operacionais.

Stoner (1985) ressalta que o sistema produtivo atua dentro do quadro mais amplo da estratégia organizacional, devendo o plano estratégico da organização ser utilizado como diretriz coerente para as políticas produtivas, especificando metas e objetivos que possam ser atingidos pelo sistema produtivo.

Desta forma, o sistema produtivo deve ser projetado de modo compatível com as estratégias da organização e reciprocamente, as capacidades do sistema produtivo devem ser consideradas na formulação da estratégia organizacional (ibidem).

2.3.1 Ciclo do Sistema de Produção

Conforme relaciona Harding (1992), o ciclo do sistema de produção é contínuo, constituído das seguintes etapas:

- Formulação dos planos de curto prazo e disponibilização dos mesmos em operação;
- Fabricação dos produtos;
- Execução de controle nos setores de Controle de Qualidade, Controle de Quantidade e Controle de Custos;
- Execução das alterações necessárias para viabilizar a consecução dos planos de curto prazo;
- Desenvolvimento do aperfeiçoamento ou alteração nos planos de curto prazo;
- Reanálise do planejamento estratégico em vista dos resultados de curto prazo.

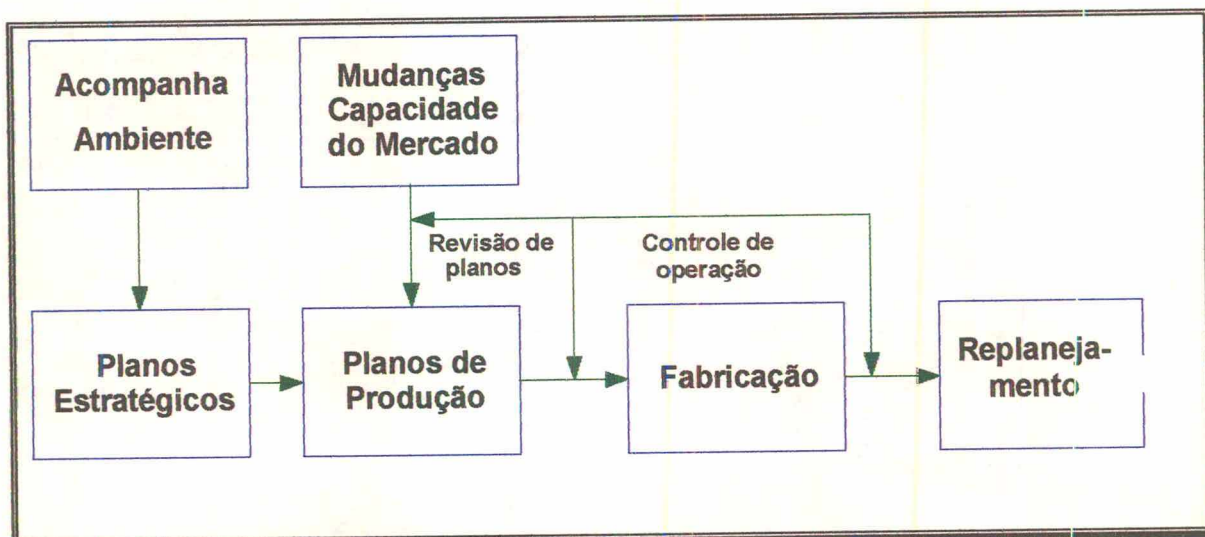


Figura 1- Ciclo do Sistema de Produção

Fonte - Harding (1992)

2.3.2 Modelo do Sistema de Produção

O planejamento e controle no sistema de produção baseia-se na estimativa da procura futura, envolvendo programação e controle dos empregados, de materiais e de recursos de capital, objetivando produzir a quantidade e qualidade desejáveis de maneira eficiente (Stoner, 1985).

Contudo, a viabilidade das estimativas podem ser afetadas negativamente por tendências inesperadas de mercado bem como, por inovações em produtos e outros fatores.

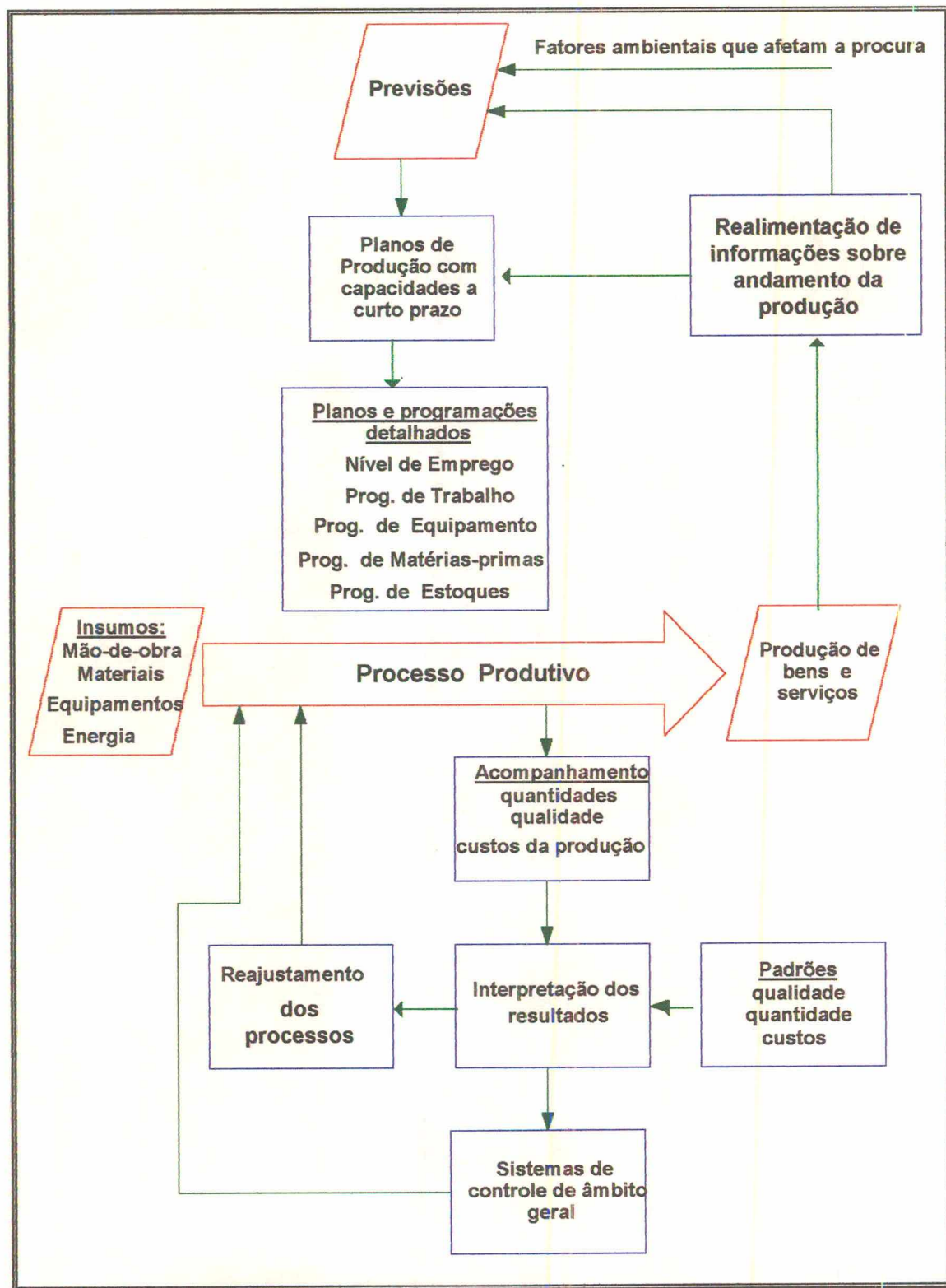


Figura 2 - Modelo do sistema de planejamento e controle de produção
Adaptado de Stoner (1985)

Stoner (1985) ressalta que o sistema operacional pode diminuir a capacidade produtiva projetada. Conseqüentemente, o atendimento da procura em determinado período poderá exigir medidas corretivas a curto prazo no sistema de produção.

2.4 Subsistemas de Produção

Harding (1992) relaciona como subsistemas de produção os sistemas:

- *Sistemas de Entrada* - Estão incluídos neste sistema os suprimentos de mão-de-obra e administração de pessoal, salários, capital de giro e materiais.
- *Sistemas de Saída* - O principal subsistema de saída é a expedição, pertencente ao sistema de distribuição.
- *Subsistema de Planejamento* - Inclui atividades relativas ao planejamento de qualidade, quantidade e tempos de programação.
- *Subsistema de Controle* - Estão incluídos neste sistema a inspeção, manutenção de fábrica, custo padrão, controle de processos e controle de estoques.

2.5 Subsistema de Planejamento

De acordo com Monks (1987) as atividades de planejamento e controle, inseridas no Subsistema de Planejamento, vão desde o planejamento de alto nível, como a introdução de novos produtos e lucros por ação da empresa, até o exame e controle da fábrica.

2.5.1 Planejamento Agregado

O Planejamento Agregado é considerado por Monks (1987, p. 230) como *“uma decisão negociada de alto nível que coordena as atividades de marketing, finanças e outras funções”*.

O Planejamento Agregado é o processo de planejamento das quantidades a produzir a médio prazo, através do ajuste da velocidade de produção, mão-de-obra disponível, estoques e outros, sendo seu objetivo atender às demandas irregulares, empregando os recursos disponíveis na empresa (ibidem).

Os administradores têm à sua disposição algumas estratégias para a tomada de decisão no Planejamento Agregado, sendo relacionadas por Monks (1987):

- Variação de tamanho de equipe de trabalho;
- Tempo extra e tempo ocioso;
- Variação de níveis de estoque;
- Aceite de pedidos para atendimento futuro;
- Subcontratação;
- Utilização da capacidade.

A programação segue o Plano Agregado especificando em itens o plano global.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Nº de Motores	40	25	50	30	30	50

Figura 3 - Plano Agregado
Adaptado de Monks (1987)

2.5.2 Plano Mestre

“O Plano Mestre representa uma das contribuições mais importantes da manufatura ao processo de planejamento global da organização” (Giannesi & Correia, 1993, p.118).

Segundo Monks (1987) a programação da produção se concretiza com a elaboração do Plano Mestre), o qual comanda todo o Sistema de Produção, determinando as metas específicas de produção.

O Plano Mestre pode ser entendido como a formalização da programação da produção, expressa em necessidades específicas de material e capacidade. Assim, o desenvolvimento do Plano Mestre exige uma avaliação das necessidades de mão-de-obra, equipamentos e materiais para cada tarefa a realizar (ibidem).

De acordo com Giannesi & Correia (1993), o Plano Mestre considera as limitações de capacidade e a conveniência de sua utilização, podendo determinar a produção prévia de itens ou até mesmo, não programar suas produções, ainda que o mercado pudesse consumi-los.

2.5.2.1 Funções do Plano Mestre

Entre as funções do Plano Mestre algumas são consideradas por Monks (1987) como funções-chave:

- Transferência de Planos Agregados em itens finais específicos;
- Avaliação de programas alternativos;
- Dimensionamento dos requisitos de materiais;
- Dimensionamento dos requisitos de capacidade;

- Simplificação do processamento das informações;
- Manutenção de prioridades;
- Utilização eficiente da capacidade produtiva.

2.5.2.2 Inputs do Plano Mestre

Conforme relaciona Monks (1987) o Plano Mestre da Produção apresenta como *inputs*:

- *Previsões* - entre as estimativas utilizadas no Plano Mestre encontram-se aquelas relacionadas a itens finais, peças de serviço e demanda interna, sendo esta última, determinante para a produção de itens destinados a suprir os estoques.
- *Pedidos de Clientes* - Para empresas que fabricam por encomenda, os pedidos minimizam os riscos de excesso de produção. Contudo, como a fabricação baseada na previsão de pedidos aumenta o grau de competitividade da organização, é também utilizada por este tipo de empresa.

2.5.2.3 Enfoques do Plano Mestre

Segundo Giannesi & Correia (1993) Plano Mestre é um instrumento de estabelecimento de políticas de produção, podendo ser utilizado como Plano Mestre Nivelado ou como Plano Mestre Conforme a Previsão de Vendas.

a. Plano Mestre Conforme a Previsão de Vendas

O desenvolvimento do Plano Mestre Conforme a Previsão de Vendas, tem como diretriz o acompanhamento da demanda com os níveis de produção.

Semana N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Previsão de Vendas		05	05	05	05	05	05	15	15	15	15	15	15
Estoque Disponível	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Plano Mestre		05	05	05	05	05	05	15	15	15	15	15	15

Figura 4 - Plano Mestre Conforme Acompanhamento da Previsão de Vendas
Adaptado de Giannesi & Correia (1993)

b. Plano Mestre Nivelado

O desenvolvimento do Plano Mestre Nivelado é utilizado quando a produção privilegia o nivelamento dos volumes de produção, variando conseqüentemente, o nível de estoques disponíveis.

Semana N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Previsão de Vendas		05	05	05	05	05	05	15	15	15	15	15	15
Estoque Disponível	20	25	30	35	40	45	50	45	40	35	30	25	20
Plano Mestre		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Figura 5 - Plano Mestre Nivelado
Adaptado de Giannesi & Correia (1993)

2.5.2.4 Período de Abrangência do Plano Mestre

Monks (1987) relaciona três variáveis como interferentes na determinação do período de abrangência do Plano Mestre:

- Tipo de Produto;
- Volume de Vendas;
- Prazo de Entrega de Componentes.

2.5.2.5 Questões Estratégicas para Gestão do Plano Mestre

Giannessi e Correia (1993) sugerem a análise de algumas questões para uma eficiente gestão de estoques:

- *Incertezas de demanda* - Geralmente a opção de manter certos níveis de estoque de segurança é adequado quando há incerteza da demanda;
- *Importância estratégica da minimização de atrasos e não atendimento de pedidos* - É necessária a avaliação das conseqüências do não cumprimento dos pedidos, tanto a curto prazo quanto a longo prazo.
- *Importância estratégica de se minimizarem os níveis de estoques* - Deve-se ter em mente que a redução de estoques pode não ser adequada em função da concorrência. Por outro lado, a manutenção de altos níveis de estoque aumentam o custo financeiro e conseqüentemente, elevam o custo de produção.
- *Custos financeiros e organizacionais das variações nos níveis de produção* - A variação excessiva de níveis de produção tendem a acarretar complexidade nos processos de controle da produção, prejudicando o desempenho global da organização.

2.5.3 Planejamento de Recursos de Manufatura

Conforme Giannesi e Correia (1993) o Planejamento de Recursos de Manufatura (MRP II) é um sistema integrado e hierárquico de administração da produção, baseado na lógica do cálculo de necessidades, onde os planos de longo prazo da produção, são detalhados sucessivamente até alcançar o nível do planejamento de componentes e máquinas específicas.

O MRP II possui como módulos principais:

- Módulo de Planejamento da Produção;
- Módulo de Planejamento Mestre da Produção;
- Módulo de Cálculo de Necessidades de Materiais;
- Módulo de Cálculo de Necessidade de capacidade;
- Módulo de Controle de Fábrica.

O MRP II consiste em um sistema integrado de informações, o qual apresenta como principal vantagem o fato de ser dinâmico, suportando alterações do planejamento da produção que se façam necessárias para o bom desempenho do sistema produtivo (ibidem).

Entre as limitações atribuídas por Giannesi & Correia (1993) ao MRP II, relaciona-se a complexidade do sistema, exigindo alto custo para manutenção das alterações que possam ser necessárias no processamento.

Outro aspecto considerado como restrição para sua utilização é a disciplina imposta aos seus usuários, no que diz respeito à entrada de dados do sistema, determinando um ambiente altamente computadorizado (ibidem).

2.6 Considerações Finais

Através da revisão da literatura efetuada, verifica-se que as técnicas para desenvolvimento do Planejamento e Controle da Produção deverão ser utilizadas em consonância com as estratégias globais da organização, interagindo com os demais sistemas da empresa, na busca da realização das metas organizacionais.

3 TEORIA DE AGENTES

3.1 Introdução

Em recente coleção de artigos sobre agentes inteligentes pode-se constatar, com relativa facilidade, vários posicionamentos diferenciados sobre o tema, dificultando o entendimento da tecnologia de agentes.

Luck e d'Inverno (1995) relatam a inexistência de um acordo universal para a questão "o que torna algo um agente?", e dentro deste contexto, verificam que ambos os termos *agência* e *autonomia* são utilizados com crescente frequência para especificar diferentes noções, com diferentes conotações.

Na Inteligência Artificial Distribuída (DAI), 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 desenvolvimento de trabalhos na área (ibidem).

Wooldridge & Jennings (1994) consideram que a resposta à questão "o que é um agente?" é tão imprecisa quanto à resposta à questão "o que é inteligência?" visto que, nos dois casos, no cenário computacional, não existe uma definição para o tema aceita universalmente.

Franklin & Graesser (1996), afirmam que os pesquisadores envolvidos com trabalhos referentes a agentes inteligentes oferecem uma grande variedade de

definições para o tema, cada qual tentando explicar seu próprio entendimento sobre a palavra “agente”.

3.2 Inteligência Artificial Distribuída

3.2.1 Definição

Inteligência Artificial Distribuída (DAI) pode ser conceituada como “o estudo do comportamento computacionalmente inteligente, resultante da interação de múltiplas entidades dotadas de certo grau, possivelmente variável, de autonomia. Estas entidades são usualmente chamadas de agentes e o sistema como um todo é usualmente chamado de sociedade ” (Oliveira, 1996, p. 61).

A Inteligência Artificial Distribuída, conforme Sichman et al (1992), diferencia-se do paradigma simbólico representante da Inteligência Artificial (IA) tradicional nos aspectos:

- IA - preocupa-se com a representação do conhecimento e métodos de inferência, estando voltada para a construção de inteligência individual;
- DAI - preocupa-se com a interação e comportamento sociais, estando voltada para a construção de inteligência grupai.

A Inteligência Artificial Distribuída divide-se em duas áreas Oliveira (1996):

- Resolução Distribuída de Problemas (*Distributed Problem Solving*) - DPS
- Sistemas Multi-Agentes (*Multi-Agent Systems*) - MAS

3.2.2 Resolução Distribuída de Problemas - DPS

Nos sistemas DPS, conforme assertiva de Oliveira (1996), os agentes são projetados para resolver um problema ou classe de problemas específicos, possuindo porém uma visão incompleta do objetivo global.

Cada agente tem a função de identificar, prever e transformar o estado global, visando satisfazer a visão local dos objetivos globais. Assim, a resolução do problema é distribuída entre os agentes que cooperam entre si, dividindo e compartilhando conhecimentos sobre o processo de obtenção da solução (ibidem).

No DPS fica evidenciado um controle distribuído com respeito à construção do plano e não com respeito à execução. Da mesma forma, evidencia-se que o processo de coordenação das ações dos agentes é definido em tempo de projeto (ibidem).

3.2.3 Sistemas Multi-Agentes - MAS

Conforme Lizotte & Moulin (1990) um ambiente multi-agente pode ser definido como um sistema no qual diversos agentes interagem.

No paradigma MAS o foco principal consiste em coordenar o comportamento inteligente de um conjunto de agentes autônomos, para obter a solução de um problema apresentado (Oliveira, 1996).

O problema não necessariamente é específico e o processo de coordenação das ações dos agentes se dá em tempo de execução, devendo para tanto haver raciocínio por parte dos agentes, a respeito das ações a tomar e a respeito da coordenação (ibidem).

De acordo com Dis (1995) 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;
- algoritmos;
- *hardware*;
- requisitos.

A coordenação, segundo Bond e Gasser apud Oliveira (1996), pode tornar-se problemática na presença de conflito entre agentes, o qual ocorre quando não é possível estabelecer:

- Controle global;
- Consistência do conhecimento;
- Objetivos globais;
- Critérios globais de sucesso;
- Representação global do sistema.

3.3 Conceitos Básicos sobre Agentes

Luck & d'Inverno (1995) propõem três entidades hierárquicas atuantes no ambiente: objetos, agentes e agentes-autônomos.

A idéia básica que norteia a hierarquia no ambiente, concentra-se no fato de que toda entidade conhecida é um objeto. Deste conjunto de objetos todos são agentes, e destes, alguns são agentes-autônomos.

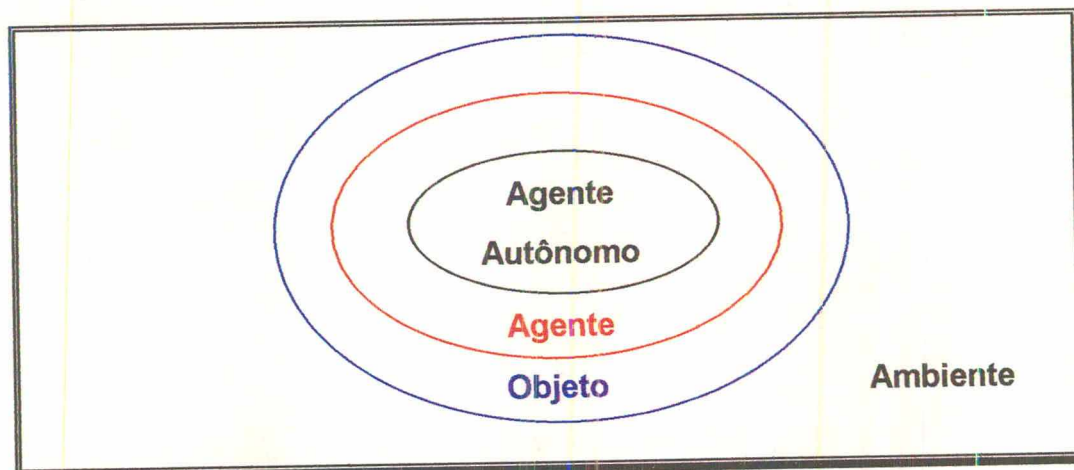


Figura 6 - Ambiente do Agente

Fonte: Luck & d'Inverno (1995)

3.3.1 Objetos

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.

3.3.2 Agentes

Um agente é a instância de um objeto com um propósito¹ ou conjunto de propósitos a ele associado.

Desta forma pode-se entender que um objeto é um agente se ele serve a um propósito para outro agente ou a ele próprio, quando então é denominado agente autônomo.

Luck e d'Inverno utilizam um copo para exemplificar o que vem a ser um agente. Um copo colocado sobre uma mesa é considerado um objeto neste ambiente. O mesmo copo poderá ser considerado um agente se nele for adicionado bebida, pois assim tornar-se-á o agente de quem o utilizou para depositar o líquido - estará servindo ao propósito de um agente. Da mesma forma, também poderá ser visto como um agente se for colocado sobre uma pilha de papéis para segurá-los, visto que estará servindo a um propósito.

Indubitavelmente um objeto pode dar origem a diferentes instanciamentos de agentes.

Por outro lado, um agente é instanciado a partir de um objeto em resposta a solicitação de outro agente. Desta forma, a agência², conjunto de propriedades pertinentes a um agente, é uma característica transiente. Sendo assim, um objeto que torna-se um agente em um determinado momento pode em outro, tornar-se novamente objeto.

Luck e d'Inverno enfatizam ainda, que a propriedade da inteligência não é pré-requisito para um objeto ser considerado um agente.

¹Conforme Luck e d'Inverno (1995), propósito é um estado a ser alcançado no ambiente.

²Definições e atributos de agência à pág. 40

3.3.3 Agentes Autônomos

Os agentes são considerados autônomos quando não dependem de objetivos de outros agentes.

Agentes autônomos possuem propósitos que são gerados por eles próprios em vez de adotados de outros agentes. Estes propósitos originam-se de motivações as quais são definidas como desejos ou preferências que podem levar à geração e adaptação de objetivos.

Assim, agente motivado é um agente que possui sua própria agenda para solução e comportamento, de acordo com sua motivação interna.

Luck e d'Inverno também referenciam agente autônomo como a instância de um agente que está associado a um conjunto de motivações.

No exemplo apresentado pelos autores, o copo cheio com bebida não é considerado um agente autônomo visto que, o copo tem propósitos impostos a ele, não podendo gerar seus próprios objetivos.

Entretanto, um robô é potencialmente um agente autônomo, uma vez que, seus objetivos não são impostos mas sim gerados em resposta ao ambiente onde atua.

Luck e d'Inverno consideram programas como agentes com propósitos impostos, não habilitados a gerar seus próprios objetivos. Programadores, por sua vez, são considerados agentes autônomos pois, utilizam como motivações na construção de seus programas, os recursos de uso, velocidade, e outros, podendo alterar seus próprios objetivos, em função das circunstâncias.

3.4 Definição de Agentes

Para Wooldridge & Jennings (1994) a inexistência de consenso universal na definição de agentes determinou dois enfoques na conceituação destes:

- *Fraca Noção sobre Agentes* - este enfoque apresenta definições relativamente insatisfatórias onde a palavra "agente" é usada para especificar um *hardware* ou um *software* que possui as propriedades³ de autonomia, habilidade social, reatividade e pró-atividade;
- *Robusta Noção sobre Agentes* - no âmbito das pesquisas realizadas em IA, este enfoque apresenta uma definição mais abrangente e satisfatória para agentes. Geralmente, identifica um sistema computacional que além de apresentar as propriedades¹ de autonomia, habilidade social, reatividade e pró-atividade, é conceituado ou implementado utilizando-se propriedades aplicáveis à pessoas, como por exemplo, conhecimento, crenças e intenções.

Maes (1995) define agentes inteligentes como sistemas computacionais residentes em ambientes dinâmicos complexos, os quais percebem e atuam autonomamente neste ambiente, e ao fazê-lo, realizam um conjunto de objetivos e tarefas para os quais foram designados.

Segundo Smith et al. (1994), agente é uma entidade de software persistente, dedicado a um propósito específico. A qualidade de persistência identifica a capacidade do agente de possuir métodos próprios para acompanhar tarefas, bem como a habilidade para determinar sua própria agenda.

³Definição de propriedades, pág.29

Na concepção de Gilbert et al. (1996), agentes inteligentes são entidades de software que realizam algum conjunto de operações em benefício do usuário ou de outro programa, utilizando certo grau de independência ou autonomia, e ao fazê-lo, emprega algum conhecimento ou representação dos objetivos ou preferências do usuário. Para os autores, agentes inteligentes podem ainda ser definidos em função de três dimensões: agência (autonomia), inteligência e mobilidade.

Para Coen (1995), *softwares* de agentes são programas que através de diálogo negociam e coordenam a transferência de informações.

Sob o ponto de vista de Franklin & Graesser (1996), 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 que percebeu em um momento futuro.

Shohan (1993) define agentes como uma entidade à qual pode ser atribuído um estado mental. O estado mental de um agente pode ser entendido, conforme d'Amico et al (1995), como o conjunto de aspectos psicológicos:

- crenças;
- escolhas;
- capacidades;
- compromissos.

Para Lizotte et al (1990), um agente pode ser conceituado como uma entidade física ou abstrata, detentor das capacidades de:

- agir sobre si próprio ou sobre o ambiente;
- manipular uma representação parcial do ambiente onde se encontra;
- comunicar-se com outros agentes.

O comportamento do agente é determinado pelo resultado da percepção, conhecimento e interação com outros agentes (ibidem).

3.5 Funções dos agentes

Segundo Maes (1994), um grande número de usuários destreinados farão uso dos computadores e estações de trabalho, num futuro muito próximo, tornando imperiosa a necessidade de mudança do paradigma de interação usuário-computador, o gerenciamento direto, o qual exige que o usuário inicialize e monitore a totalidade dos eventos.

O paradigma emergente, denominado gerenciamento indireto, está embasado na tecnologia de agentes. Nele, o usuário é engajado em um processo onde homem e agentes computacionais inicializam a comunicação, monitoram eventos e executam tarefas (ibidem).

No gerenciamento indireto o agente é visto como um assistente pessoal do usuário, sendo a ele atribuídas quatro funções (ibidem):

- desempenhar tarefas em favor do usuário;
- treinar ou ensinar o usuário;
- ajudar diferentes usuários colaboradores;
- monitorar eventos e processos.

3.6 Propriedades dos Agentes

3.6.1 Autonomia

Autonomia é a capacidade do agente de executar o controle sobre suas próprias ações (Franklin & Graesser, 1996).

As propriedades que permitem ao agente operar isoladamente, adicionadas às propriedades que o permitem decidir sobre o que fazer enquanto opera neste estado, juntas constituem a independência (Auer, 1995) .

Nissen (1995) relaciona o controle somente ao usuário final quando define que, um agente inteligente deve possuir a habilidade de praticar ações para desenvolver tarefas ou alcançar objetivos, sem necessitar da interferência do usuário final.

Wooldridge & Jennings (1994), acrescentam que o agente, além de possuir controle sobre seu comportamento, deve também possuir controle sobre seu estado interno.

De acordo com Foner (1994a), os agentes detentores de alto grau de autonomia podem manter suas agendas independentes daquelas de seus usuários. Para tanto, os agentes apresentam 3 aspectos básicos:

- ações periódicas;
- execução espontânea;
- iniciativa.

Estes requisitos habilitam o agente autônomo a efetivar ações preemptivas e independentes que poderão eventualmente beneficiar o usuário (ibidem).

Nissen (1995) configura autonomia do agente no contexto da WWW como a habilidade para operar no domínio da INTERNET, mesmo quando o usuário final está desconectado da rede. Esta característica é verificada quando o agente viaja pela Web para encontrar recursos que o ajudarão a realizar suas tarefas.

3.6.2 Mobilidade

A característica de mobilidade é especificada por Franklin & Graesser(1996) como a capacidade do agente de transportar-se de uma máquina à outra.

Sob o enfoque de Gilbert et al. (1996), a mobilidade é definida em função do grau de intensidade com que os agentes viajam por si próprios na rede, determinando:

- agentes estáticos;
- agentes residentes na máquina do cliente;
- agentes residentes temporariamente no servidor.

Dois tipos de mobilidades são apresentados:

- Roteiros Móveis (*Mobile Script*) - Os agentes são montados em uma máquina e enviados à outra para execução em um ambiente apropriadamente seguro. Para este tipo de mobilidade, o estado dos dados não necessitam ser acoplados ao agente, visto que o programa viaja antes da execução.
- Móveis com Estado (*Mobile with State*) - Os agentes são transportados de máquina à máquina durante a execução. Para tanto, necessitam conduzir estados de dados acumulados (ibidem).

A mobilidade com estado permite que os agentes sejam vistos como objetos móveis, que viajam para ambientes de agências, nos quais podem apresentar credenciais e obter acesso para serviços e dados neles gerenciados (ibidem).

3.6.3 Comunicabilidade

Conforme especifica Franklin & Graesser(1996), a comunicabilidade é a capacidade do agente de comunicar-se com outros agentes ou pessoas.

Foner (1994b) enfatiza a interação agente-usuário como forma de negociação para consecução de um contrato entre eles.

Esta interação pode se dar em duas formas distintas:

- em sistemas orientados a objetos, através de pares constituídos de agente-usuário;
- em sistemas não orientados a objeto, o usuário comanda uma ação particular, através de uma interface, sendo raramente questionado sobre ela, a não ser que algo ocorra erroneamente.

A comunicação especifica o mecanismo pelo qual os agentes trocam informações tais como fatos do mundo, incluindo inclusive aqueles pertinentes ao ambiente, e informações simbólicas de alto nível, como requisições de ações⁴ (Auer, 1995).

Conforme Genesereth & Ketchpel(1994), os agentes comunicam-se através de troca de mensagens em uma expressiva e específica linguagem para conversação. Os autores classificam um *software* como agente se e somente se, verifica-se a comunicação entre agentes.

⁴Ampla discussão sobre o assunto pode ser encontrada em Auer (1995).

3.6.4 Discurso

Conforme Foner (1994b), a propriedade do discurso propicia um *feedback* em dois sentidos entre usuário e agente, possibilitando um maior conhecimento sobre suas habilidades e intenções.

Durante um discurso, o usuário especifica que ações poderiam ser executadas em seu benefício e o agente relaciona o que ele pode executar, bem como os prováveis resultados.

Segundo o autor esta propriedade se faz necessária uma vez que, ao usuário é imprescindível certificar-se de que o agente cumprirá sua agenda e tarefa da forma esperada.

Através do discurso, agente e usuário acordam sobre (ibidem):

- “o que” deve ser feito;
- “por quem” deve ser feito.

Foner ressalta que o discurso pode transcorrer de duas maneiras:

- *Simplex Negociação* - onde usuário e agente interagem com troca de informações;
- *Alto Nível* - usuário e agente interagem repetidas vezes, porém relembram interações e acordos anteriores.

3.6.5 Inteligência

Auer (1995) identifica a inteligência como a propriedade de um agente que o habilita a negociar efetivamente com ambigüidades.

Durante o processo de determinação da ação mais adequada à situação, o agente defronta-se com ambigüidades nos mais diversos níveis. Neste contexto, a inteligência pode ser considerada como um conjunto de recursos, atributos e características que habilitam o agente a decidir que ações executar (ibidem).

A habilidade de desenvolver raciocínio é uma das principais características da inteligência que diferem agentes inteligentes de agentes ditos mais robóticos (Gilbert et al., 1996).

A inteligência pode também ser entendida como a medida da capacidade de raciocínio e aprendizagem apresentada pelo agente (Auer, 1995).

O raciocínio é posicionado por Roseler e Hawkins (1994), como uma característica altamente dependente do grau com que os agentes conduzem seus traços antropomórficos, ou seja, o grau com que demonstram semelhança às emoções, crenças e intenções humanas.

O raciocínio desenvolve-se baseado em três cenários (ibidem):

- Regras;
- Conhecimento;
- Evolução artificial (geração de novos agentes).

Belgrave (1995) ressalta a habilidade do agente de inferir e extrapolar de maneira racional e reprodutiva, através da propriedade de raciocínio, embasado em conhecimento e experiências anteriores.

A propriedade da inteligência está associada a tantas outras propriedades, podendo ser verificada na aprendizagem, comunicação, mobilidade e outras (Auer, 1995).

3.6.6 Reatividade

Conforme Wooldridge & Jennings (1994), reatividade é a propriedade que permite aos agentes perceberem seus ambientes e responderem adequadamente às mudanças neles ocorridas.

O ambiente de percepção do agente pode ser caracterizado como (ibidem):

- o mundo real;
- um usuário através de uma interface gráfica;
- uma coleção de outros agentes;
- a INTERNET;
- uma combinação dos itens anteriores.

3.6.7 Habilidade Social

Habilidade social é a característica dos agentes que os habilita a interagir com outros agentes ou pessoas, no momento adequado, para concluir suas tarefas ou ajudar outros agentes (Paraíso, 1996).

Para exercitar a habilidade social, é imperativo que os agentes possuam um mecanismo que identifique quando as interações sociais são convenientes, devendo também possuir um meio para comunicar suas necessidades (ibidem).

Quando os agentes não apresentam uma linguagem comum, devem ser capazes de mapear e transmitir seus problemas através de um formato de representação compreendido pelos demais agentes (ibidem).

3.6.8 Representatividade

A propriedade de representatividade é a capacidade que o agente apresenta de representar o usuário através de ações (Auer, 1995)

A representação, neste sentido, é parte do que Wooldridge & Jennings (1994) definem como “robusta noção sobre agência”, devendo ser vista como extensão dos atributos, desejos, crenças e propósitos da entidade representada, imbuídos no agente.

Assim, para que a representação seja significativa, os propósitos da entidade que está sendo representada devem ser extensivos ao agente (ibidem).

3.6.9 Pró-Atividade

Pró-Atividade é a propriedade apresentada pelo agente de exibir um comportamento direcionado a objetivos. Desta forma o agente não age simplesmente em resposta ao ambiente mas sim, de acordo com um propósito (Wooldridge & Jennings, 1994). Para tanto, devem exibir um comportamento oportunístico, voltado para a realização de seus objetivos (Wooldridge & Jennings, 1996).

3.6.10 Flexibilidade

A propriedade da flexibilidade é verificada nos agentes, em função da característica das ações executadas, visto que não estão preestabelecidas em roteiros Franklin & Graesser, 1996).

Desta forma, a flexibilidade reside na habilidade dos agentes de escolher dinamicamente as ações e a seqüência de execução das mesmas, em resposta a um estado do ambiente (Auer, 1995).

3.6.11 Persistência

Segundo Belgrave (1995), persistência é a capacidade apresentada pelo agente de manter um estado interno conciso através do tempo, sem alterá-lo ao acaso.

3.6.12 Cooperatividade

A cooperatividade é a capacidade dos agentes inteligentes trabalharem juntos para concluírem tarefas mutuamente benéficas e complexas. Para tanto, os agentes devem possuir “espírito de colaboração” a fim de criarem e obterem êxito nos sistemas orientados a agentes (Gilbert et al., 1996).

Fonér (1994b) estende a cooperatividade dos agente também ao usuário quando referencia que, usuário e agente estão essencialmente em cooperação mútua durante um discurso, para a construção de um contrato entre eles.

Em sistemas Multi-Agentes⁵, onde os agentes são independentes e compartilham o mesmo ambiente competindo pelos mesmos recursos limitados (como tempo e espaço), para alcançar a eficiência, os agentes cooperam entre si, obtendo benefícios ou apenas ajudando outros agentes, e conseqüentemente, evitam conflitos (Paraíso, 1996).

3.6.13 Comportamento Adaptativo

A capacidade do agente de modificar seu comportamento em função de experiências anteriores é chamada de Comportamento Adaptativo (Franklin & Graesser, 1996).

Para Gilbert et al. (1996) os agentes devem ser capazes de examinar o ambiente externo bem como os procedimentos efetuados anteriormente sob condições similares, e adaptar então suas ações, objetivando aumentar a probabilidade de alcançarem seus objetivos.

⁵ Definição de Multi-Agentes à pág.21

3.6.14 Confiabilidade

Para a aceitação do agente é necessário, segundo a Gilbert et al.(1996), um alto nível de confiança de que o agente pode representar exatamente o usuário.

Wooldridge & Jennings (1994) acrescentam que os agentes devem demonstrar veracidade e benevolência, ou seja, os usuários precisam ter certeza de que os agentes serão fidedignos nas ações e informações, e irão agir em seu benefício.

Foner (1994b) propõe que a utilização de um agente seja antecedida de uma avaliação entre o risco do agente desenvolver a tarefa erroneamente, e a confiabilidade de que será executada corretamente, conforme especificação do usuário. Esta decisão será baseada em dois aspectos:

- Concepção interna do usuário - em função do nível de confiança do usuário no agente, no que diz respeito a "o que" o agente irá fazer.
- Domínio de interesse - em função do ônus que um equívoco provocaria ao usuário.

Para sistemas de atividades sociais ou jogos a maioria dos erros levam a baixos riscos, enquanto que aqueles para controle de reatores nucleares, levam a altíssimos riscos (ibidem).

3.6.15 Personalização

Personalização é a capacidade do agente de personalizar tarefas e ajudar pessoas a desenvolvê-las da melhor maneira possível, conforme relata Foner (1994b).

O autor ressalta que idealmente, deveriam haver componentes de memória e treinamento no agente, uma vez que é necessário o aprendizado da tarefa para posterior orientação de como desenvolvê-la.

A característica de personalização atribuída ao agente, possibilita que usuários diferentes executem uma mesma tarefa de forma única e eficaz (ibidem).

3.6.16 Degradação Gradual (*Graceful Degradation*)

Conforme apresenta Foner (1994b) a propriedade de degradação gradual pode ser entendida como a capacidade do agente executar parte de uma tarefa, quando existe incompatibilidade na comunicação ou no domínio.

No contexto das noções de risco, confiabilidade e domínio, os agentes trabalham melhor quando apresentam degradação gradual, visto ser preferível realizar as etapas possíveis, do que falhar para todas aquelas que constituem a tarefa.

3.6.17 Aprendizagem

Belgrave (1995) relaciona as propriedades de aprendizado e comportamento adaptativo e as define como, a habilidade apresentada pelo agente de acumular conhecimento baseado em experiências anteriores, e conseqüentemente, modificar seu comportamento em resposta à novas situações.

Aprendizagem é a capacidade que um agente deve possuir para executar uma tarefa com maior eficiência do que em execuções anteriores. Sem a capacidade de aprendizagem o agente reagirá sempre da mesma maneira para um mesmo ambiente e uma mesma situação Auer (1995).

Segundo Lemon et al. (1994) um agente que fornece informações sobre o ambiente, domínio de conhecimento ou a maneira como realizar uma determinada tarefa *on line*, está habilitado a aprender através de instruções. Estas instruções podem ser:

- uni-direcionais - o treinador fornece ao agente conhecimento através de séries seqüenciais de instruções;
- interativa - o treinador instrui o agente quando por ele é requisitado, em função da falta de conhecimento necessária.

3.6.18 Coerência

Coerência é a propriedade que o agente possui de resolver conflitos entre objetivos concorrentes ou conflitantes (Lemon et al., 1994) .

O agente é dito coerente se mantém um comportamento íntegro, mesmo quando inserido em situações ambientais que indiquem a possibilidade de diferentes respostas adequadas (ibidem).

3.6.19 Abstração

Abstração é a habilidade do agente de detectar a relevância da informação ou ação para uma situação específica. A propriedade da abstração é freqüentemente utilizada no planejamento e solução de problemas (Lemon et al., 1994).

3.6.20 Planejamento

Planejamento é a habilidade do agente de sintetizar e escolher entre diferentes cursos de ações, com o propósito de alcançar seus objetivos (Belgrave, 1995).

O termo “planejamento” (*planning*) é o processo pelo qual um agente deliberativo move-se do modelo para a ação. Especificamente é o processo através do qual o agente determina qual ação é apropriada à situação (Auer, 1995).

3.7 Agência

3.7.1 Definição

Conforme verifica-se em grande parte da literatura e em Nissen (1995), denomina-se agência ao conjunto de características que definem um *software* agente e o diferencia das demais aplicações.

3.7.2 Agência - Conforme Gilbert et al. (1996)

Agência é definida como o grau de autonomia e autoridade investida no agente e pode ser medida, ao menos qualitativamente, através da natureza da interação entre o agente e outras entidades do sistema.

Segundo os autores, o agente define-se num espaço tridimensional, conforme figura 7, constituído por:

- agência;
- inteligência;

- mobilidade.

3.7.2.1 Agência

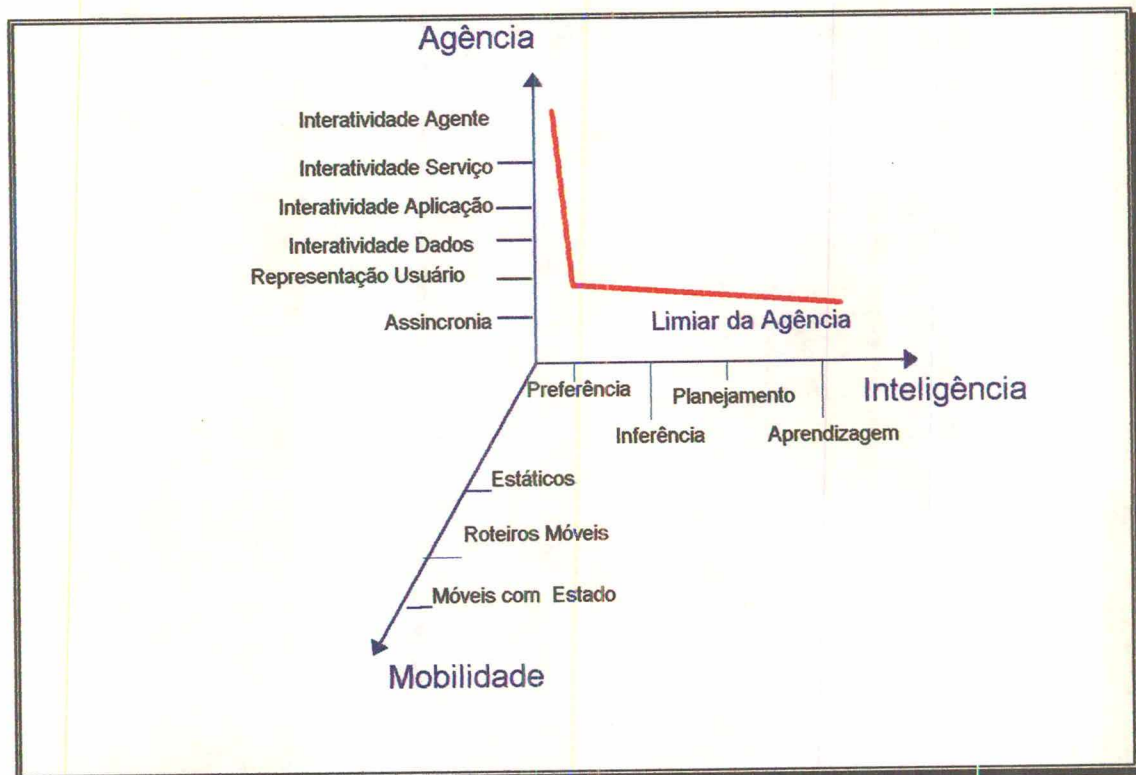


Figura 7 - Agência

Fonte: Gilbert et al. (1996)

Um agente deve no mínimo, atuar assincronamente. O grau da agência é intensificado à medida que o agente represente o usuário e apresente capacidade de interagir com:

- dados;
- aplicações;
- serviços;
- agentes.

Os agentes mais evoluídos colaboram e negociam com outros agentes.

3.7.2.2 Inteligência

A inteligência é entendida como a habilidade do agente em acessar as declarações de objetos do usuário e executar as tarefas a ele delegadas.

No plano da inteligência, o agente classificado no menor nível deve possuir ao menos algumas declarações de preferência do usuário.

Níveis mais altos de inteligência são alcançados à medida que os agentes apresentam as características abaixo.

- Preferência - As declarações podem ser na forma de regras, com uma máquina de inferência ou algum outro tipo de mecanismo de inferência, para agir em função destas preferências.
- Raciocínio - os agentes podem apresentar um modelo do usuário ou outra forma de entendimento e raciocínio sobre o que o usuário quer fazer e como atingir os objetivos.
- Planejamento - refere-se ao grau de capacidade para planejar a maneira de atingir os objetivos.
- Aprendizagem - os agentes aprendem em função dos objetivos do usuário e dos recursos disponíveis e, adaptam-se ao ambiente.

Os agentes que aprendem e adaptam-se são considerados aqueles mais inteligentes.

Em sistemas complexos, como aqueles do tipo assistente pessoal, o agente pode identificar novos relacionamentos, conexões ou concepções, independentemente do usuário, podendo explorar tais relacionamentos, para antecipação e satisfação das necessidades do usuário.

3.7.2.3 Mobilidade

No plano da mobilidade os agentes podem apresentar as características:

- Estático;
- Roteiros móveis;
- Móveis com estado.

3.7.2.4 Identificação dos Agentes

Se um *software* estiver localizado acima e a direita da linha *inteligência-agência* no plano Inteligência/Agência, então é considerado um agente inteligente.

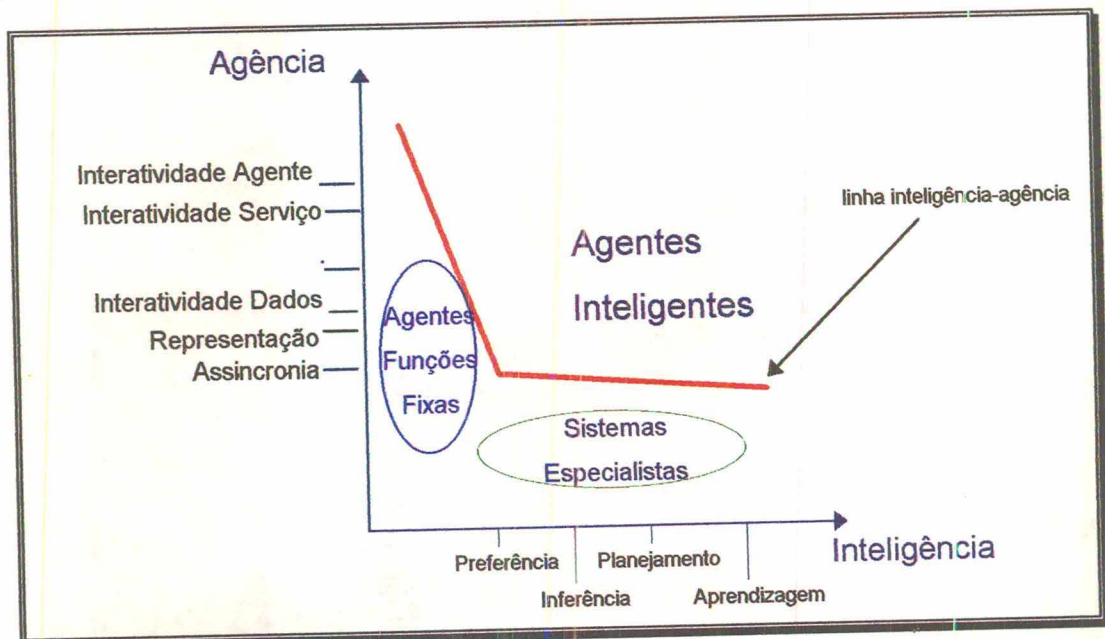


Figura 8 - Agência
Fonte: Gilbert et al. (1996)

3.7.3 Agência - Conforme Coen (1994)

Coen estabelece um conjunto critérios mínimos para estabelecer a agência de um *software*:

- Agentes engajam-se em diálogos - não se emite comandos para agentes mas sim, mantém-se comunicação com eles;
- Agentes são autônomos e inteligentes - os agentes respondem a estímulos complexos com sofisticado e apropriado comportamento;
- Agentes são *softwares* robustos - em função do agente ser autônomo e presumidamente estar desenvolvendo algo de certa importância, deve estar apto a responder à alterações inesperadas em seu ambiente computacional;
- Agentes normalmente são variáveis no tempo - agentes possuem memória e alteram o que fazem através do tempo.
- Agentes estão tipicamente distribuídos através de uma rede - em função da distribuição, o comportamento do agente pode ter efeito local ou global. Desta forma, a abstração pode torna-se confusa se o agente for responsável por muitos eventos não-locais.

3.7.4 Agência - Conforme Belgrave (1995)

Belgrave define agência através de atributos fundamentais, os quais devem estar presentes no agente, e atributos auxiliares, considerados opcionais.

a. Atributos Fundamentais

- Persistência;
- Autonomia;
- Reatividade;
- Comunicabilidade.

b. Atributos Auxiliares

- Pró-atividade;
- Mobilidade;
- Raciocínio;
- Aprendizado e Comportamento Adaptativo;
- Habilidade para planejar.

3.7.5 Agência - Conforme Nissen (1995)

Nissen define agência para agentes inteligentes através de seis características que os diferenciam dos demais *softwares* aplicativos:

- Autonomia;
- Comunicabilidade;
- Cooperatividade;
- Raciocínio;
- Comportamento Adaptativo;
- Confiabilidade.

3.7.6 Agência - Conforme Auer (1995)

Auer relaciona os principais atributos propostos na literatura para conceituar agentes e os analisa determinando aqueles essenciais à agência.

As propriedades selecionadas para análise compreendem: autonomia, inteligência, comunicabilidade, aprendizagem, mobilidade e representatividade do usuário. Para Auer estes atributos, com exceção da mobilidade, inter-relacionam-se, podendo apresentar-se no agente com diferentes graus de intensidade.

Na análise apresentada verifica-se:

- Autonomia - conforme constatado em grande parte da literatura, é também considerado um atributo fundamental da agência. Para o autor a autonomia pressupõe a propriedade da inteligência.
- Inteligência - é considerada uma propriedade essencial para efetivar escolhas entre alternativas, possibilitando a autonomia. Contudo, se considerada isoladamente, não é tida como atributo fundamental da agência.
- Comunicabilidade - Genesereth & Ketchpelin Auer (1995) consideram a comunicação, em especial as linguagens para agentes, uma característica fundamental e determinante da agência.

Auer contesta este posicionamento afirmando ser fácil conceber um agente que execute tarefas inteligentemente, independentemente e talvez movendo-se de um ambiente para outro, porém sem fazer uso do recurso de comunicação com outros agentes ou usuários.

Um agente recuperador de espaço em disco em um sistema de computadores em rede é citado como exemplo de tal aplicação.

Entretanto, Auer ressalta que os pesquisadores que trabalham com agentes colaborativos consideram a comunicação um requisito fundamental da agência.

- Aprendizagem - a propriedade de aprendizagem é considerada apenas uma maneira prática para tornar o agente mais eficiente, não constituindo um atributo necessário à agência.
- Mobilidade - embora muito utilizado pelos agentes em inúmeras aplicações, a propriedade não é considerada necessária à agência.
- Representatividade - a representatividade do usuário é verificada em termos de ações, e não em termos de mera existência. Consequentemente, a representação passiva não é julgada importante sob o ponto de vista da agência. Todavia, a representação ativa é considerada como um atributo fundamental da agência.

Assim, Auer conclui que para a definição de agência, são atributos fundamentais a autonomia e a representatividade, sendo esta última, considerada a propriedade mais importante para determiná-la.

3.7.7 Agência - Conforme Wooldridge & Jennings (1995)

Wooldridge & Jennings definem como atributos fundamentais constituintes da agência:

- Autonomia;
- Habilidade Social;
- Capacidade de resposta;
- Pró-atividade.

Quando considerados conjuntamente, estes atributos identificam o *software* agente como um novo paradigma, diferente de sistemas orientados a objetos, inteligência artificial e computação distribuída (Wooldridge & Jennings, 1996).

3.8 Classes de Agentes

3.8.1 Quanto ao Nível de Inteligência

Conforme River (1995), as aplicações com agentes apresentam diferentes níveis de inteligência, podendo ser classificados nos níveis Baixo, Médio e Alto.

3.8.1.1 Agentes de Baixo Nível de Inteligência

No nível mais baixo de inteligência os *softwares* de agentes desempenham tarefas rotineiras, disparadas por eventos externos. Estes agentes executam difíceis redes de regras, não adaptam-se à mudanças e não adquirem “esperteza” com o passar do tempo.

3.8.1.2 Agentes de Nível Médio de Inteligência

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 se tornam mais “espertos”.

3.8.1.3 Agentes de Alto Nível de Inteligência

Neste nível de inteligência, os *softwares* de agentes utilizam tanto aprendizado quanto raciocínio na base de conhecimento. Aprendem com o comportamento do usuário, adquirem “esperteza” com o tempo e podem adaptar-se à mudanças de condições.

3.8.2 Quanto à Aquisição de inteligência

Os métodos utilizados para dotar um agente com inteligência determinam dois tipos de agentes, segundo Auer (1995): agentes deliberativos e agentes reflexivos, também denominados agentes reativos.

3.8.2.1 Agentes Deliberativos

Os agentes deliberativos, também chamado de simbólico ou cognitivo, contêm um modelo do mundo, possivelmente incluindo ele próprio. O modelo é de certa forma "pré-concebido", mas seu estado é alterado pelo agente em resposta à novas informações sobre o ambiente, percebidas pelos sensores do agente. O agente estima que ações serão necessárias para alcançar um determinado objetivo através da interpretação deste modelo, e então executa ações que levarão à sua realização.

Para Oliveira (1996), a idéia de agente cognitivo está intimamente ligada 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).

3.8.2.2 Agentes Reativos

Conforme Auer (1995) os agentes reativos não modelam o mundo para determinar suas ações. São agentes simples que possuem um mapeamento de situações e respostas associadas. Assim, quando um estado ambiental ocorre, o agente executa a ação correspondente. Este processo é conhecido por estímulo-resposta (Goodwin, 1993).

3.8.3 Quanto as Tarefas que Executam

Wooldridge & Jennings (1996) classificam os agentes em três classes distintas:

- Gopher;
- Prestador de Serviço;
- Preditivo/Pró-ativo.

3.8.3.1 Gopher

Segundo (Wooldridge & Jennings, 1996) os agentes Gopher são considerados como agentes muito simples que executam tarefas diretamente, baseados em hipóteses, regras pré-estabelecidas e suposições. Por exemplo, agentes que avisam ao usuário quando o preço médio da ação varia em 10% ou mais é um agente Gopher.

3.8.3.2 Prestador de Serviços

Os agentes Prestadores de Serviços, executam tarefas de alto nível e bem definidas, quando solicitado pelo usuário. Um agente que marca reuniões de viagem para o usuário pode ser considerado um exemplo de agente Prestador de Serviços.

3.8.3.3 Pró-Ativo

Agentes Proativos prestam informações ou serviços ao usuário, mesmo quando não solicitado pelo usuário. Por exemplo, um agente monitor de *newsgroup* da INTERNET é um agente pró-ativo.

3.9 Considerações Finais

No estudo realizado sobre a tecnologia de agentes verificou-se que a metodologia encontra-se ainda em estágio de desenvolvimento, apresentando divergências dos pesquisadores inclusive sobre a definição da unidade fundamental do paradigma: o agente.

As principais características da agência verificadas na literatura podem ser resumidas conforme a tabela abaixo:

	Auto no mia	Mobil dade	Inteli gên cia	Comu nicabi lidade	Adap tativo	Hab. Social	Persis tência	Reati vida de	Pro- Ativi dade	Apren diza gem	Repre sentati vidade	Coopi rativi dade	Confia bilidade
Gilbert et al	F	F	F		A							A	A
Coen	F	F	F	F	F			F		A			
Belgrave	F	A	A	F	A		F	F	A	A			
Auer	F	A	A	A				F		A	F		
Foner	F			A								A	A
Wooldridge e Jennings	F					F		F	F				A
Nissen	F		F	F	F							F	F
Outros Auto- res	F	F		F	F	A	A	F				A	

Tabela 1 - Propriedades da Agência

Legenda: F = Propriedade fundamental

A = Propriedade auxiliar

Assim, através da análise da exigibilidade de propriedades para caracterizar a agência, verifica-se que a propriedade de autonomia é essencial em um agente.

Da mesma forma, constata-se que as propriedades de comunicabilidade e reatividade também são consideradas como essenciais para uma grande maioria dos pesquisadores.

Verificou-se também que a inteligência pode ser considerada um componente da autonomia, pois a decisão por qual ação adotar depende desta propriedade, quer em maior grau, quer em menor grau.

Assim sendo, concluímos através deste estudo que muitas são as propriedades desejáveis em um agente, sendo estas responsáveis pelo grau de complexidade e robustez dos mesmos. Porém, relacionamos como propriedades imprescindíveis e determinantes da agência:

- autonomia;
- comunicabilidade;
- reatividade.

Finalmente, através destas propriedades fundamentais selecionadas, concluímos que um agente pode ser definido como um *software* que utiliza a comunicação para negociar e coordenar a transferência de informações, agindo autonomamente sobre si próprio ou sobre o ambiente, buscando realizar os objetivos e tarefas para os quais foi designado.

4 ARQUITETURA DE AGENTES E APLICAÇÕES

4.1 Infra-Estrutura Necessária para Agentes

A Infra-estrutura que possibilita aos agentes atuarem em um ambiente são os recursos de hardware e software necessários para sua execução, os quais podem variar em função de suas características.

4.1.1 Infra-Estrutura para Agente Móvel

Lingnau et al. (1995) ao referenciar-se especificamente sobre agentes móveis defendem que, na busca da eficiência e eficácia um agente necessita: interagir com seu sistema hospedeiro e outros agentes; negociar com outros agentes e acessar informações que o hospedeiro oferece.

Os agentes devem também estar habilitados a mover-se por redes de computadores heterogêneas, o que só é possível se existir uma infra-estrutura padronizada para operações entre agentes através da rede (ibidem).

Para Lingnau et al. (1995), a infra-estrutura deverá oferecer:

- suporte básico para a comunicação e mobilidade;
- proteção do hospedeiro contra acessos de agentes não autorizados;
- garantia da integridade do agente.

4.1.2 Infra-Estrutura para Agente Inteligente

River (1995) associa aos agentes inteligentes a posse de uma ou mais das seguintes características:

- Uma base de conhecimento pré-definida e um mecanismo de inferência;
- Um sistema de aquisição de conhecimento;
- Um mecanismo de aprendizagem neuronal.

Nissen (1995) apresenta cinco componentes da infra-estrutura necessária à atuação dos agentes inteligentes:

- Recursos de execução;
- Recursos de comunicação;
- Recursos de transporte;
- Recursos de empacotamento;
- Segurança integrada.

4.1.2.1 Recurso de Execução

As recursos de execução consistem de aplicações e equipamentos necessários para executar programas agentes em ambientes de agentes.

Em função da proliferação das linguagens de programação de agentes voltadas para multiplataformas, as considerações a respeito do *hardware* necessário dão lugar à considerações do tipo velocidade e compatibilidade com os *softwares* e *hardwares* existentes na organização.

A diversidade de aplicações dos agentes inteligentes associados ao fato desta tecnologia encontrar-se ainda em evolução, explica a falta de consenso entre

os pesquisadores a respeito de qual linguagem de programação é mais adequada às aplicações de agentes inteligentes.

4.1.2.2 Recurso de Comunicação

Recurso de comunicação é um conjunto de protocolos padrão que permite o processo de comunicação (Belgrave apud Nissen, 1995).

O recurso de comunicação trata sobre “o que” está sendo comunicado e obrigatoriamente deve suportar:

- processos síncronos;
- processos assíncronos;
- comunicação simultânea entre agentes heterogêneos.

4.1.2.3 Recurso de Transporte

O recurso de transporte preocupa-se com a maneira como os agentes são transportados e a maneira como se comunicam, sendo responsável pela movimentação destes entre os ambientes de execução.

Normalmente o recurso de transporte suporta protocolos de transmissão de dados padronizados e estabelecidos, como:

- TCP/IP
- HTTP
- SMTP

4.1.2.4 Recurso de Empacotamento

O recurso de empacotamento tem como objetivo prover um método padrão de encapsulamento de agentes com suas respectivas informações.

Independente de sua estrutura interna, os agentes devem encapsular informações sobre:

- estado;
- autenticação
- objetivo;
- capacidades do agente;
- método ou plano.

Segundo Nissen (1995) ainda não existe um recurso de empacotamento padrão.

4.1.2.5 Segurança Integrada

A infra-estrutura do agente deve possuir métodos de segurança integrados, aplicáveis a todos os seus recursos.

A infra-estrutura do agente deve prover um método inerentemente seguro para determinar a autenticidade do agente e seu local de origem. Na maioria das aplicações, cada agente possui um passaporte no qual será codificado estas informações, de uma maneira à prova de adulteração.

Os métodos de segurança devem prever recursos para garantir:

- autenticidade
- proteção ao computador hospedeiro ou à rede;
- rejeição de reclamações infundadas;
- privacidade de informações;
- regras de encerramento e processamento;

Normalmente cada agente possui seu próprio conjunto de protocolos de segurança para gerenciar os requisitos específicos da aplicação.

4.2 Arquitetura

4.2.1 Arquitetura de Sociedades

Ao definir uma sociedade de agentes⁶, a especificação das interações que nela ocorrerão são de suma importância, uma vez que os processos globais desenvolvem-se no âmbito destas interações. A especificação do processo de comunicação torna-se conseqüentemente de igual importância, pois nele se apoiarão as interações (Oliveira, 1996).

A comunicação nas sociedades de agentes podem ocorrer de duas formas (ibidem):

- Indireta - determinando uma arquitetura de Quadro-Negro;
- Direta - determinando uma arquitetura baseada em troca de mensagens.

Quanto ao tipo dos agentes as sociedades classificam-se em:

- *Homogêneas* - quando os agentes possuem a mesma arquitetura;
- *Heterogêneas* - quando os agentes possuem arquiteturas diferentes.

Quanto a mobilidade dos agentes, as arquiteturas classificam-se em:

- *Fechadas* - quando os agentes são fixos;
- *Abertas* - quando há possibilidade de agentes entrarem/saírem da sociedade.

⁶Sociedade de Agentes foi definida no tópico 3.2.1.

Quanto às regras de comportamento as sociedades classificam-se em:

- *Baseadas em leis* - quando existem regras explícitas de comportamento para toda a sociedade;
- *Não Baseada em Leis* - quando não existem regras de comportamento explícitas.

4.2.1.1 Arquitetura de Quadro-negro

Conforme Oliveira (1996) as arquiteturas de quadro-negro são anteriores aos sistemas multi-agentes. Nelas não há comunicação propriamente dita entre os agentes (Oliveira, 1996).

Os sistemas de quadro-negro fornecem uma estrutura de dados central, denominado quadro-negro (*blackboard*), a qual é dividida em regiões ou níveis. Nesta arquitetura todas as interações ocorrem através do quadro-negro. Os agentes lêem e escrevem em um ou mais níveis sob a supervisão de um mecanismo global de escalonamento (ibidem).

Oliveira (1996) relaciona algumas questões básicas que um sistema de quadro-negro deve considerar:

- indexação para recuperação de conhecimento dos níveis;
- granularidade das representações;
- sincronização e resolução de conflitos entre agentes;
- granularidade das ações dos agentes.

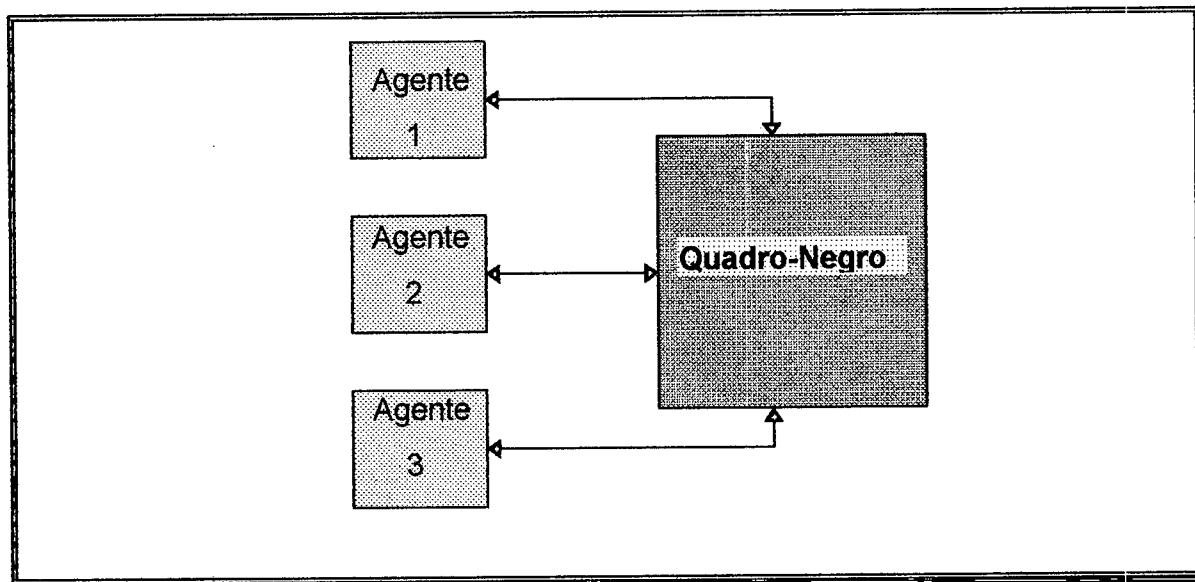


Figura 9 - Arquitetura de Quadro-Negro
Fonte: Oliveira (1996)

4.2.1.2 Arquitetura Baseada em Troca de Mensagens

Na arquitetura baseada em troca de mensagens, conforme Oliveira (1996), os agentes comunicam-se entre si através da troca de mensagens e para tanto, torna-se necessário que os nomes dos agentes sejam conhecidos.

A organização das interações é feita, com base em protocolos que definem as etapas da conversação entre os agentes para cada tipo de interação possível na sociedade. Os protocolos e os formalismos para representação de mensagem podem ser bastante variados. Encontram-se na literatura vários protocolos como por exemplo, protocolos de apresentação, troca de conhecimentos e aprendizagem cooperativa.

4.2.2 Arquitetura de Agentes

Arquitetura de agentes é definida por Maes como *“uma metodologia particular para definir agentes. Especifica como o agente pode ser decomposto*

na construção de um ambiente de módulos componentes e como estes módulos podem interagir. O conjunto de módulos e suas interações devem prover uma resposta para a questão de como os sensores de dados e o estado interno corrente do agente determinam suas ações e futuro estado interno. Uma arquitetura deve prever as técnicas e algoritmos para suportar esta metodologia.” (Maes, apud Wooldridge & Jennings, 1994, section3)

Segundo Oliveira (1996), as arquiteturas dos agentes dividem-se em arquiteturas cognitivas, as quais apresentam agentes complexos, e arquiteturas reativas, associadas a agentes mais simples.

4.2.2.1 Arquiteturas Cognitivas

Conforme Oliveira (1996), as Arquiteturas Cognitivas são associadas a agentes complexos, com mecanismos de inferência e decisão robustos, interações sofisticadas e alto grau de intencionalidade no comportamento. Estas arquiteturas dividem-se em:

- Arquiteturas Funcionais;
- Arquiteturas Baseadas em Estados Mentais;

4.2.2.1.1 Arquiteturas Funcionais

Nas arquiteturas funcionais o agente é dividido em módulos que implementam as funcionalidades consideradas necessárias a sua operação (Oliveira, 1996).

Segundo Demazeu (1989) a arquitetura do agente cognitivo possui: conhecimento, percepção, comunicação, decisão e raciocínio.

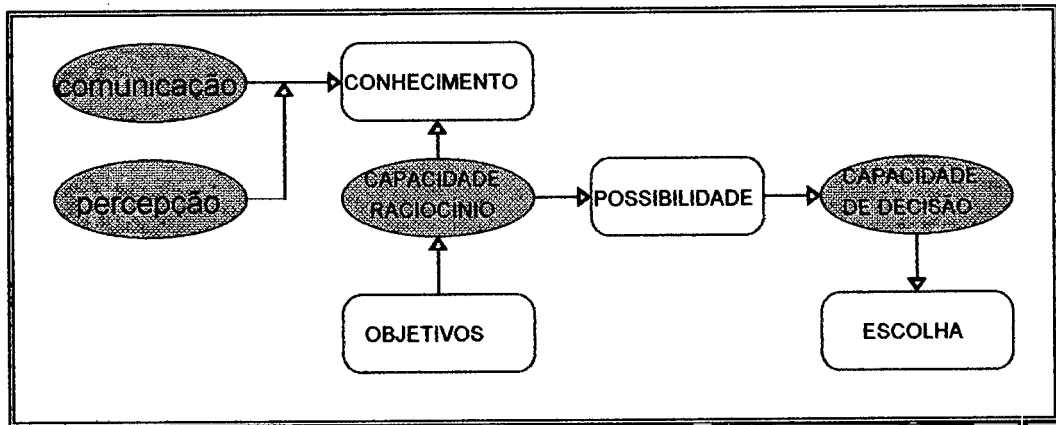


Figura 10 - Arquitetura Funcional

Fonte: Oliveira (1996)

4.2.2.1.2 Arquiteturas Baseadas em Estados Mentais

As arquiteturas baseadas em estados mentais adotam uma perspectiva psicológica para definição da estrutura de agentes. Os componentes mentais: crença, capacidades, escolha e compromisso, devem ser definidos de forma precisa e ter uma correspondência direta com seu uso no senso comum (Oliveira, 1996).

Para Lix (1995), a arquitetura de agentes é dividida em três partes:

- corpo do agente - executa tarefas utilizando raciocínio e conhecimento;
- cabeça do agente - gerência a cooperação;
- comunicador - implementa as funções de comunicação.

4.2.2.1.3 Agentes de Arquitetura Cognitiva

a. Agentes Planejadores (*planning agentes*)

Para (Wooldridge & Jennings, 1994) os agentes planejadores possuem arquitetura cognitiva, onde o planejamento é essencialmente programação automática: o projeto de um curso de ações que, quando executado, resultará na realização de um objetivo desejado. Desta forma, todo agente terá um componente central constituído de um sistema de planejamento de Inteligência.

a.1. Sistema Strips

O sistema Strips, considerado um dos primeiros sistemas de planejamento, apresenta descrição simbólica do mundo bem como de uma meta e possui um conjunto de descritores de ações que caracterizam as pré e pós-condições associadas a cada ação. O agente tenta encontrar uma seqüência de ações que o leve a alcançar a meta desejada, utilizando para tanto uma análise meios-fins simples, a qual essencialmente envolve o casamento de pós condições de ações contra o objetivo traçado (ibidem).

O sistema STRIPS demonstrou ser ineficiente para problemas considerados de moderada complexidade, devido a simplicidade do algoritmo por ele apresentado.(ibidem)

a.2 Exemplos de Arquiteturas de Agentes Planejadores

- IPEM - Integrated Planning, Execution and Monitoria System - O sistema é baseado em um sofisticado planejador não-linear (descrição abrangente pode ser vista em AMBROS-INGERSON & STEEL, 1988).
- AUTODRIVE - o sistema é constituído de agentes planejadores que operam em ambientes de simulação de tráfego altamente dinâmicos (descrição abrangente pode ser vista em WOOD, 1993).

- SOFTBOTS - são agentes que planejam e agem em ambientes UNIX (descrição abrangente pode ser vista em ETZIONI et al., 1994).
- PHEONIX - sistema constituído de agentes planejadores que operam em ambientes de simulação de incêndio florestal (descrição abrangente pode ser vista em COHEN et al., 1989).

b IRMA- intelligent resource-bounded machine architecture

A arquitetura IRMA (BRATMAN et al., 1988), baseada em crenças, desejos e intenções, apresenta quatro tipos de estruturas simbólicas de dados: uma biblioteca de planos, e representações explícitas de desejos, crenças e intenções. A arquitetura apresenta também os componentes:

- Motor de Inferência - para resolução sobre o mundo;
- Analisador Meios-Fins - para determinar que plano deve ser utilizado para atingir as intenções do agente;
- Analisador de Oportunidades - para monitorar o ambiente e determinar mais opções para o agente;
- Processo de Filtragem - para determinar o subconjunto dos cursos de ação consistentes com as intenções do agente;
- Processo de Deliberação - para fazer a escolha final entre as opções.

4.2.3 Arquiteturas Reativas

De acordo com Oliveira (1996), as Arquiteturas Reativas são próprias de agentes que possuem estrutura interna simples e interação de forma limitada; geralmente não possuem representação dos estados mentais; o desempenho da sociedade é resultado do número de agentes e da rapidez nas interações.

4.2.3.1 Arquitetura de Suposição

A Arquitetura de Suposição, desenvolvida por Brooks é uma hierarquia de comportamentos realização-tarefas, onde cada comportamento compete com outros para exercer controle sobre um robô (Wooldridge & Jennings, 1994).

A arquitetura apresenta camadas inferiores que representam tipos de componentes mais primitivos (como desviar de obstáculos) e possuem precedência sobre as camadas mais altas da hierarquia. Brooks comprovou que sistemas resultantes desta arquitetura, embora muito simples, executam procedimentos que seriam imprecisos se executados por sistemas simbólicos de IA (ibidem).

Em recentes artigos Brooks apud Wooldridge & Jennings (1994) formulou três teses:

- O comportamento inteligente pode ser gerado sem representações explícitas do tipo que a Inteligência Artificial simbólica propõe;
- O comportamento inteligente pode ser gerado sem inferência abstrata explícita do tipo que a Inteligência Artificial simbólica propõe;
- A inteligência é uma propriedade emergente de certos sistemas complexos.

Brooks apud Wooldridge & Jennings (1994) identificou duas idéias que tem norteado sua pesquisa:

- Situação e Incorporação - a inteligência "real" está situada no mundo e não em sistemas incorpóreos como comprovadores de teoremas e sistemas especialistas;
- Inteligência e Emergência - o comportamento inteligente surge com o resultado das interações do agente com seu ambiente. Além disso, "inteligência está nos olhos de quem vê", não sendo portanto uma propriedade inata isolada.

4.2.3.2 Arquitetura Pengi

Chapman & Agre in Wooldridge & Jennings (1994) constataram em seu trabalhos sobre IA que:

- a maior parte da atividade diária não requer raciocínio abstrato, é "rotina";
- a maioria das tarefas, quando aprendidas podem ser executadas de forma rotineira, com pouca variação.

Agre propõe que uma arquitetura eficiente de agente deve ser baseada na idéia de "execução de argumentos". Neste modelo foi desenvolvido o sistema PENGI, que pressupõe a maioria das tarefas como rotineiras. Assim, grande parte das decisões rotineiras podem ser codificadas em uma estrutura de baixo nível⁷, que necessita apenas de atualização periódica para tratar novos tipos de problemas.

⁷estrutura do tipo circuito digital

4.2.3.3 Maes - Arquitetura de Agente de Rede

Maes apud Wooldridge & Jennings (1994), desenvolveu uma arquitetura na qual um agente é definido como um conjunto de módulos competentes. Esses módulos apresentam alguma semelhança com arquiteturas de suposição.

Os módulos do agente de rede são especificados por:

- um descritor de pré e pós-condições;
- uma camada de ativação, a qual oferece uma indicação de real valor da relevância do módulo numa situação particular.
- quanto maior o nível de ativação, maior será a influência do módulo no comportamento do agente.

Uma vez especificado, o conjunto de módulos competentes é compilado em uma rede de ativação aberta, na qual os módulos são ligados entre si em caminhos determinados por suas pré e pós-condições.

4.2.4 Arquiteturas Híbridas

Muitos pesquisadores defendem que tanto as arquiteturas estritamente deliberativas quanto as arquiteturas estritamente reativas são inadequadas para agentes, sugerindo a arquitetura híbrida, composta das características deliberativas e reativas, para tratá-los (Wooldridge & Jennings, 1994).

4.2.4.1 Prs - Procedural Reasoning System

PRS - Procedural Reasoning System, uma das arquiteturas de agentes mais conhecidas, é uma arquitetura Intenção-Desejo-Crença (Wooldridge & Jennings, 1994).

A arquitetura PRS apresenta as características:

- contém uma biblioteca de planos;
- Crenças são fatos sobre o mundo externo e sobre os estados internos do agente, representados em lógica de primeira ordem;
- Desejos são representados como comportamentos do sistema, em vez de representações estáticas de metas;
- um plano pode ser ativado a partir de metas, dados ou de forma reativa, respondendo rapidamente a mudanças no ambiente;
- o conjunto de planos ativos em um sistema constitui suas intenções.

A biblioteca de planos é formada por um conjunto parcialmente elaborado de planos, chamados área de conhecimento, estando cada uma delas associadas a uma condição de solicitação.

4.2.4.2 Touringmachines

A arquitetura Touringmachines consiste de subsistemas de percepção e ação que agem diretamente com o ambiente do agente, e três camadas de controle, embutidas em uma estrutura de controle a qual negocia entre estas camadas. As camadas são concorrentes, independentes e produtoras de atividade, sendo constituídas por (Wooldridge & Jennings, 1994):

- Camada Reativa - gera cursos de ações potenciais em resposta a eventos que ocorrem muito rapidamente para que os outros níveis possam negociar. É implementado como um conjunto de regras situação-ação.
- Camada de Planejamento - constrói planos e seleciona ações a executar para atingir as metas do agente. Esta camada apresenta dois componentes:

- Planejador, que integra a geração e execução dos planos e utiliza uma biblioteca de planos, parcialmente elaborados com um mapa topológico do mundo, para construir novos planos.
- Mecanismo de Foco de Atenção, o qual limita a quantidade de informação que o planejador recebe para melhorar sua eficiência.
- Camada de Modelagem - contém as representações simbólicas do estado cognitivo de outras entidades no ambiente do agente. Identifica e resolve conflitos de objetivos, nos quais um agente não pode mais manter suas metas devido à inferência inesperada.

4.2.4.3 Cosy

A arquitetura do sistema COSY, conforme Haddadi in Wooldridge & Jennings (1994), inclui elementos das arquiteturas PRS e IRMA e foi desenvolvida especificamente para um sistema multi-agente.

A arquitetura apresenta os componentes:

- Sensores - cujas entradas são não comunicativas;
- Atuadores - permite aos agentes executar ações não comunicativas;
- Comunicações - permite a emissão de mensagem;
- Intenção - metas, atitudes e responsabilidades de longo termo, e os elementos de controle que tomam parte do processo de decisão do componente de cognição;
- Cognição - responsável pela mediação entre as intenções do agente e suas crenças sobre o mundo. Contém:
 - Base de conhecimento - contém crenças do agente;

- Três componentes procedurais:
 - componente de execução de script;
 - componente de execução de protocolo;
 - componente de reação, decisão e inferência que podem ser agenda, contendo vários scripts e filtro, o qual escolhe entre os scripts competitivos.

4.3 Construção De Agentes

4.3.1 Técnicas para Construção

Conforme Maes (1994), a construção de um agente interface exige a solução de dois problemas principais:

- *Competência* - Como um agente inteligente obtém o conhecimento necessário para decidir *quando* ajudar, *com o que* ajudar e *como* ajudar o usuário.
- *Confiabilidade* - como garantir ao usuário que o agente executa corretamente as tarefas a ele delegadas.

Maes (ibidem) analisa as técnicas existentes para construção de agentes e propõe uma nova metodologia, baseada em Máquinas de aprendizagem..

4.3.1.1 Técnica Baseada na Programação Desenvolvida pelo Usuário Final

Esta técnica consiste em uma coleção de regras programadas pelo usuário, relacionadas a uma tarefa específica.

O critério de confiabilidade nesta metodologia é normalmente atendido visto que, a grande maioria dos usuários acreditam na sua capacidade de programação.

O problema desta metodologia reside no fato de não atender de maneira satisfatória o critério de competência uma vez que requer compreensão, entendimento e considerável esforço do usuário final, pois lhe é exigido:

- reconhecer a oportunidade de aplicação de um agente e ter a iniciativa de criá-lo;
- dotar o agente com conhecimento explícito;
- manter a adequação do agente através da atualização das respectivas regras.

4.3.1.2 Técnica Baseada em Conhecimento

Esta técnica é adotada pela maioria das pessoas que utilizam Inteligência Artificial em interfaces inteligentes embora os critérios de competência e confiabilidade não sejam atendidos satisfatoriamente.

A metodologia consiste em dotar o agente com amplo conhecimento de domínio específico sobre a aplicação e o usuário. Em tempo de execução o agente utiliza este conhecimento para reconhecer os planos do usuário e encontrar oportunidades para auxiliá-lo.

O critério de competência apresenta-se insatisfatório na metodologia em função da mesma requerer muito trabalho do engenheiro de conhecimento, pois

grande quantidade de aplicações específicas e conhecimento de domínio específico devem ser incluídos na base de conhecimento do agente. Pouco deste conhecimento ou arquitetura de controle do agente podem ser reutilizados em outras aplicações.

Outro aspecto relacionado com o critério da competência é o fato do conhecimento ser fixado uma vez e para sempre, impossibilitando a atualização de hábitos e preferências do usuário.

Segundo Schneiderman in Maes (1994), agentes muito sofisticados, qualificados e autônomos determinam no usuário um sentimento de perda de controle e compreensão, prejudicando o critério de confiabilidade.

4.3.1.3 Técnica Baseada em Máquinas de Aprendizagem

A técnica baseada em máquinas de aprendizagem, proposta por Maes, consiste na possibilidade do agente ser programado por si próprio, através da habilidade em adquirir o conhecimento necessário para assistir ao usuário.

Nesta metodologia o agente recebe um mínimo de conhecimento e posteriormente aprende o comportamento do usuário e de outros agentes.

São impostas as seguintes condições para utilização da técnica baseada em máquinas de aprendizagem:

- o uso do aplicativo deve envolver uma substancial quantidade de comportamento repetitivo;
- o comportamento repetitivo deve ser potencialmente diferente para usuários diferentes.

A metodologia apresenta soluções satisfatórias para os critérios de competência e confiabilidade uma vez que o agente torna-se mais útil e competente a medida que aprende.

O fato do agente desenvolver gradativamente suas habilidades possibilita ao usuário entender o critério de tomada de decisões, permitindo maior confiança do usuário no desempenho do agente.

A técnica de máquinas de aprendizagem possui as vantagens de exigir menos trabalho do usuário final ou programador da aplicação e possibilitar ao agente ajustar-se sempre que necessário aos hábitos e preferências do usuário.

O agente pode adquirir competência de quatro fontes:

- **Contínua Observação** - através da observação contínua o agente pode monitorar as atividades do usuário, detectando regularidade e padrões repetitivos em suas ações, sugerindo então sua automatização;
- **Feedback Direto e Indireto** - o agente aprende quando o usuário negligencia uma sugestão e toma outra ação em lugar daquela sugerida pelo agente (*feedback* indireto) Comandos explícitos do usuário para o agente, como "não repetir esta ação" constitui outra forma de aprendizagem (*feedback* direto).
- **Exemplos** - o agente pode ser treinado pelo usuário através de exemplos hipotéticos de eventos e as respectivas ações a realizar. O agente registra as ações, faz relacionamentos entre objetos e altera sua base de exemplos para incorporar aquele que lhe foi apresentado.

- Conselhos de Agentes - se um agente não sabe que ação tomar em determinada situação, pode apresentar o evento a outros agentes e solicitar uma recomendação sobre qual ação deve ser tomada.

4.3.2 Linguagens

Geralmente as opções recaem em três categorias de linguagens (Nissen, 1995):

- *Programação de Propósito Geral e Linguagens Scripting*

As linguagens C/C++, favorecida por sua eficiência e LISP, favorecida por sua flexibilidade e estrutura simbólica, são arroladas como linguagens de propósito geral. Como linguagens *scripting* são relacionadas a SQL, normalmente utilizada para consulta a banco de dados, e PERL, geralmente utilizada para roteiros baseados na WWW.

- *Linguagens de Propósito Geral e Código Móvel*

Códigos móveis acrescentam funcionalidade e flexibilidade ao agente permitindo sua transmissão através da rede para execução em outro ambiente. Neste contexto se enquadra a linguagem JAVA da Sun Microsystems, similar ao C++, porém com maior mobilidade e características de segurança⁸.

Linguagem de Código Móvel para Aplicações com Agentes Inteligentes

São linguagens desenvolvidas especificamente para programação de agentes. Estão incluídas nesta classe o AGENTO, uma linguagem para programação de agentes, baseada em conceitos da Programação Orientada a Agentes (AOP), em desenvolvimento na Stanford University.

⁸O item 4.5.2 deste capítulo, à pág.76, apresenta maiores detalhes sobre a linguagem JAVA.

Outras linguagens como a linguagem Telescript da General Magic e REXX da IBM também se enquadram nesta classe.

4.4 Aplicações

Algumas aplicações utilizando agentes inteligentes são citadas nos tópicos abaixo.

4.4.1 Agente HOMER

O agente HOMER, desenvolvido por Vere e Bickmore em 1990, é a simulação de um robô submarino que atua em um "mundo oceânico" de duas dimensões, do qual possui apenas um conhecimento parcial (Wooldridge & Jennings, 1994).

A arquitetura do agente o habilita a obter instruções do usuário utilizando um vocabulário restrito de 800 palavras, e estas instruções podem conter referências temporais moderadamente sofisticadas (ibidem).

Outra característica do agente é a capacidade de elaborar seu planos, executá-los e modificá-los quando requerido durante a execução (ibidem).

4.4.2 Agente Maxims

Maxims, conforme Maes (1994), é um agente desenvolvido no MIT, que tem a função de assistir ao usuário na manipulação do correio eletrônico. Implementado em Macintosh Common LISP, comunica-se com o software

Eudora usando AppleEvents. A principal técnica utilizada pelo agente para aprendizado é o Raciocínio baseado em Casos.

O agente continuamente acompanha como o usuário negocia com o correio eletrônico, atualizando em sua base de exemplos, todos os pares de situação-ação ocorridos. Neste acompanhamento o agente verifica aspectos considerados importantes, tais como (ibidem):

- remetente e destinatário;
- lista de cópias para destinatários no Cc;
- palavras chaves do assunto no subject;
- se é cópia de uma mensagem;

Quando uma nova situação ocorre, o agente determina a ação a executar, estimando, a partir de comparação da situação à situações armazenadas na base de exemplos, qual seria a ação mais provável do usuário (ibidem).

O agente demonstra seu estado interno através de uma expressão facial que aparece numa pequena janela do vídeo. Existem várias faces para demonstrar o que o agente está fazendo, entre elas (ibidem):

pensando - comparando situação atual com exemplos;

trabalhando- executando uma ação;

insegurança - não tem certeza daquilo que está sugerindo.

4.4.3 Agente Bargain Finder

Desenvolvido pela Andersen Consulting, o agente Bargain Finder permite descobrir dentro de lojas virtuais de CDs, o melhor preço de determinado disco. O agente permite ao consumidor a comparação de preços dos produtos nas diversas lojas da INTERNET (Varga, 1996).

4.5 Programação na INTERNET

4.5.1 Aspectos Gerais

Nos primórdios de sua utilização a rede INTERNET era considerada misteriosa e de difícil compreensão, onde sua utilização dependia de um conjunto de comandos e protocolos compostos de códigos complexos, exigindo *experts* para sua compreensão, limitando assim o acesso aos usuários (Ritchey, 1996).

Após o desenvolvimento de um protocolo para transferência de diferentes tipos de arquivos através da INTERNET usando um protocolo comum, surgiu uma interface baseada em caracteres, a World Wide Web (WWW) facilitando a utilização da rede (ibidem).

Com o desenvolvimento do Mosaic, uma interface gráfica para a Web, a WWW configurou-se em um sistema interativo e global tornando a INTERNET muito mais abrangente e atrativa (ibidem).

Newman (1996) considera a WWW um sistema de recuperação de informação em hipermídia interativo, global e independente de plataforma, que utiliza a estrutura da INTERNET para distribuir e receber informações.

4.5.2 Linguagem JAVA

A linguagem JAVA, desenvolvida pela Sun Microsystems, apresenta recursos que possibilitaram alterar a natureza passiva da INTERNET e da WWW, permitindo a execução de programas em uma rede heterogênea de equipamentos (Ritchey, 1996).

Segundo Newman (1997) Java é um ambiente de programação completo, possuindo seu próprio conjunto de ferramentas, entre eles um compilador (javac), um interpretador (java) e um depurador (jdb).

A linguagem, conforme assertiva de Newman (1996), possibilitou a animação na WWW bem como a execução de programas residentes em outros computadores ligados à INTERNET.

A definição oficial da linguagem JAVA é fornecida pela Sun: " uma linguagem simples, orientada a objetos, distribuída, potente, segura, de arquitetura neutra, portátil, de alto desempenho, multiencadeada e dinâmica" (Newman, 1996, p.16).

Ritchey (1996) comenta estas características conforme descrito abaixo:

- Portabilidade: a linguagem JAVA pode ser executada em qualquer equipamento que possua o interpretador Java respectivo;
- Robustez: Os recursos da linguagem e do ambiente para o tempo de execução a tornam concisa, garantindo a funcionalidade e adequação do código;
- Segurança: a linguagem possui recursos para proteger o Cliente contra ações inesperadas;
- Orientação a objetos: a linguagem é orientada a objetos, permitindo a herança e reutilização do código;
- Dinamismo: a natureza dinâmica do JAVA, na extensão natural de seu projeto orientado a objetos, permite a conexão com outros módulos durante a execução.

- Alto Desempenho: a linguagem apresenta vários recursos de alto desempenho, como a possibilidade de multi-tarefas e utilização de código nativo.
- Facilidade: derivada do C++, a linguagem JAVA retira do programador a responsabilidade por diversas tarefas que normalmente originam erros, como o gerenciamento de memória e tratamento de ponteiros.

Os programas aplicativos em linguagem JAVA, podem ser classificados em dois tipos, em função dos serviços que estes esperam desfrutar no ambiente do interpretador ou do navegador (ibidem):

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

•

O ambiente JAVA apresenta restrições de segurança conforme divulga a Sun Microsystems (1996):

Às Applets não estão disponíveis recursos para:

- Carregar bibliotecas ou definir métodos nativos;
- Ler ou gravar arquivos na máquina do cliente;
- Conexão na rede com outros computadores, a não ser com aquele de onde ela provem;
- Disparar programas na máquina do cliente;
- Acessar propriedades do sistema.

4.5.3 Comunicação na Rede

A utilização da comunicação na rede envolve vários conceitos entre os quais *routers*, *gateways*, porta lógica, e endereço IP. Abaixo são abordados alguns aspectos da tecnologia voltada para estes fins.

4.5.3.1 Routers e Gateways

Conforme Damasceno (1996), a INTERNET apresenta inúmeras redes interligadas através de pequenos computadores, denominados *routers* (roteadores) ou *gateways* (portões), que recebem pacotes, os analisam e verificam se são endereçados a computadores da sua própria rede.

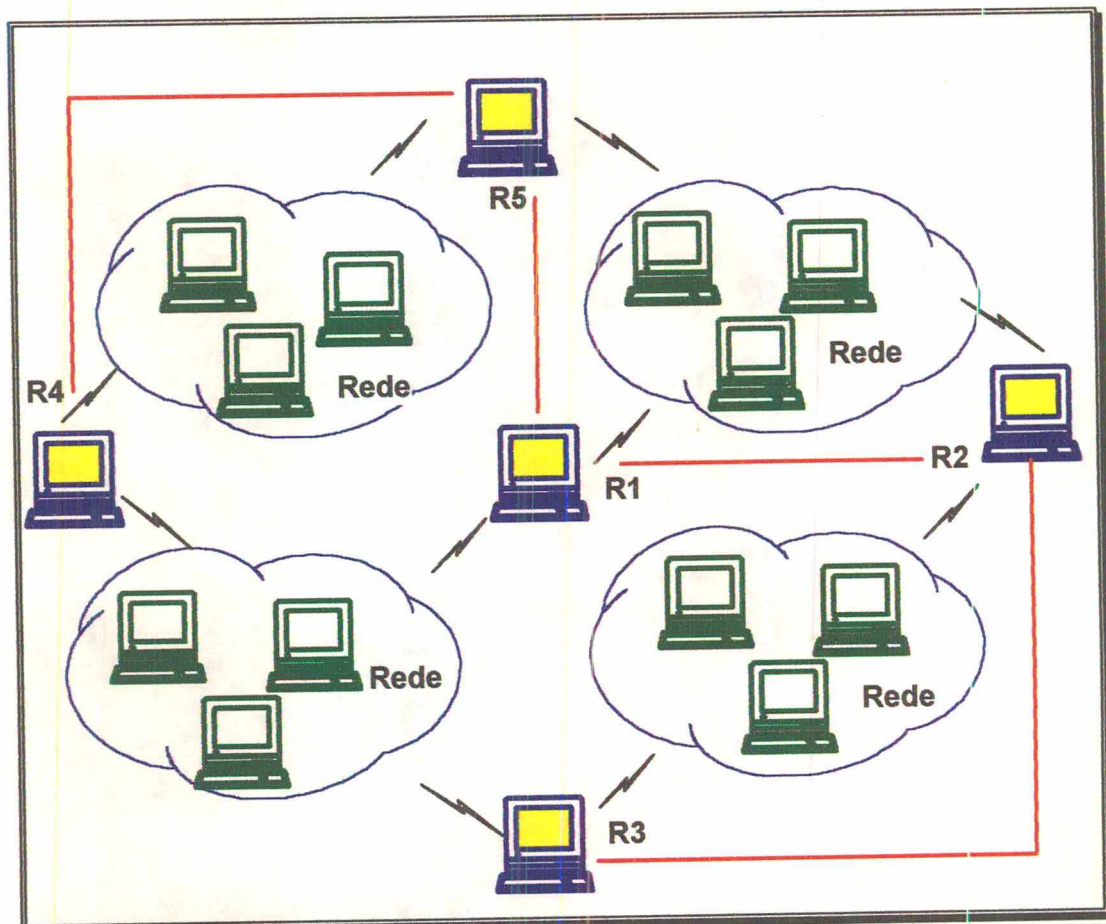


Figura 11 - Interligações de Redes
Adaptado de Damasceno Jr (1996)

4.5.3.2 Endereço IP

O endereço lógico na rede, denominado endereço IP, é composto de 32 bits, agrupados em 4 conjuntos hierárquicos de 8 bits.

A composição hierárquica do número IP identifica de forma inequívoca um computador na rede (Venetianer, 1996), facilitando sua localização durante o roteamento (Damasceno, 1996). Assim, na formação do endereço IP encontram-se o endereço da rede do computador, seguido do endereço do computador dentro desta rede.

4.5.3.3 Porta

Em virtude da grande maioria dos sistemas operacionais suportarem multiprogramação, a identificação na comunicação não pode ser restrita apenas ao computador que se comunica, mas também às aplicações envolvidas na comunicação (Damasceno, 1996).

A porta é uma entidade lógica que identifica a aplicação envolvida na comunicação. Consequentemente, um computador pode ter várias portas abertas num dado momento (Damasceno, 1996).

Conforme Newman et al.(1996), a porta é um endereço numérico, pertencente ao intervalo 0 a 65000, na qual são processadas as solicitações de serviços.

Damasceno (1996) ressalta que as portas com numeração inferior a 1024 são reservadas para aplicações padrões, como por exemplo, as aplicações de HTTP, que utilizam a porta 80.

4.5.3.4 TCP/IP

O TCP/IP (Transfer Control Protocol/ INTERNET Protocol) é o protocolo universal que permite a interligação entre redes e computadores (Venetianer, 1996).

Apresenta entre outras, as funções de identificação de pacotes de mensagens e administração das funções de engarrafamento da rede, retardando o envio de pacotes quando necessário (Damasceno, 1996).

4.5.4 Sockets

Segundo Newman et al. (1996), os sockets se baseiam no modelo cliente/servidor, onde um programa fornece um serviço em um endereço IP e porta específicos, e atende solicitações de clientes para execução destas aplicações.

Quando a solicitação ao servidor é efetivada, estabelece-se uma ligação virtual entre cliente/servidor através de sockets (Damasceno, 1996).

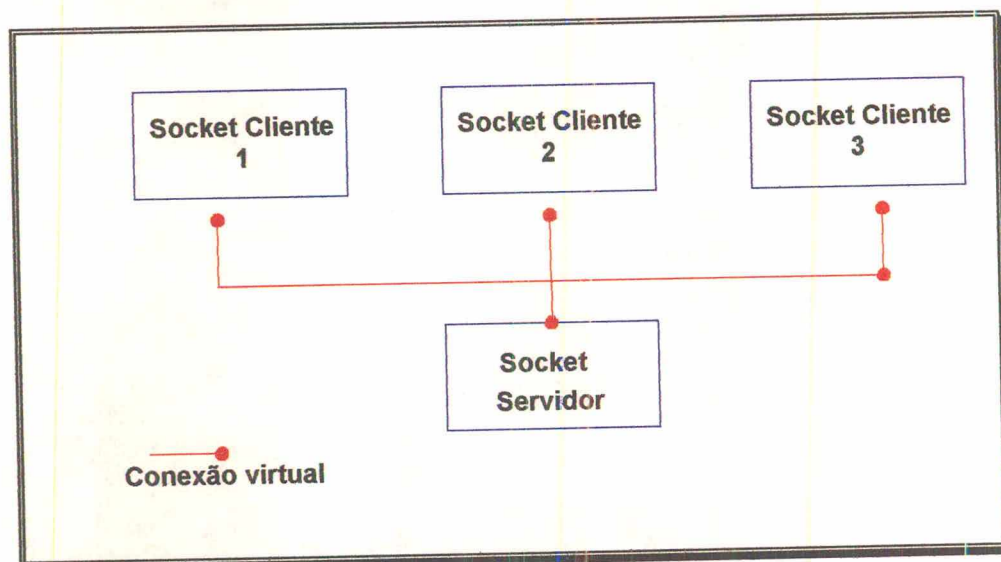


Figura 12 - Conexão Socket entre Cliente e Servidor
Adaptado de Damasceno Jr (1996)

Um socket é identificado pelo endereço IP e porta lógica da ligação, possibilitando que em um mesmo momento, vários clientes possam solicitar a aplicação ao servidor, sendo então criado para cada um deles, um socket no servidor e outro no cliente (ibidem).

4.6 Considerações Finais

No estudo das arquiteturas de agentes e aplicações pode-se constatar que a tecnologia de agentes beneficia o usuário, facilitando a execução de tarefas através do uso de agentes assistentes, bem como possibilita a maximização dos recursos computacionais, no que diz respeito a mobilidade de softwares e execução de tarefas de forma corporativa.

Nos próximos capítulos serão aplicadas algumas abordagens apresentadas nesta revisão bibliográfica.

5 MODELO DE ESTRUTURA PARA ASSESSORIA ATRAVÉS DA INTERNET

5.1 Características Gerais

O modelo proposto, *APCP - Assessoria em PCP*, consiste na arquitetura geral de um sistema multi-agentes, que disponibilize e gerencie o planejamento e controle da produção para usuários da rede INTERNET.

A arquitetura desenvolvida utiliza os conceitos de Sistemas Multi-Agentes da Inteligência Artificial Distribuída para definir uma comunidade de agentes que colaboram e comunicam-se entre si, de tal forma a permitir a execução dos processos necessários à administração da produção de Empresas-Clientes, conectadas remotamente a um servidor na INTERNET.

O modelo proposto é formado por um conjunto de agentes que interagem na busca da consecução de objetivos, formando assim o Sistema Multi-Agentes.

Neste ambiente multi-agentes, o foco principal reside em coordenar os diversos agentes nas tarefas cuja realização se façam necessárias, a partir de solicitação das Empresas-Clientes e propensos clientes, denominados Usuários, ou a partir da determinação dos próprios agentes.

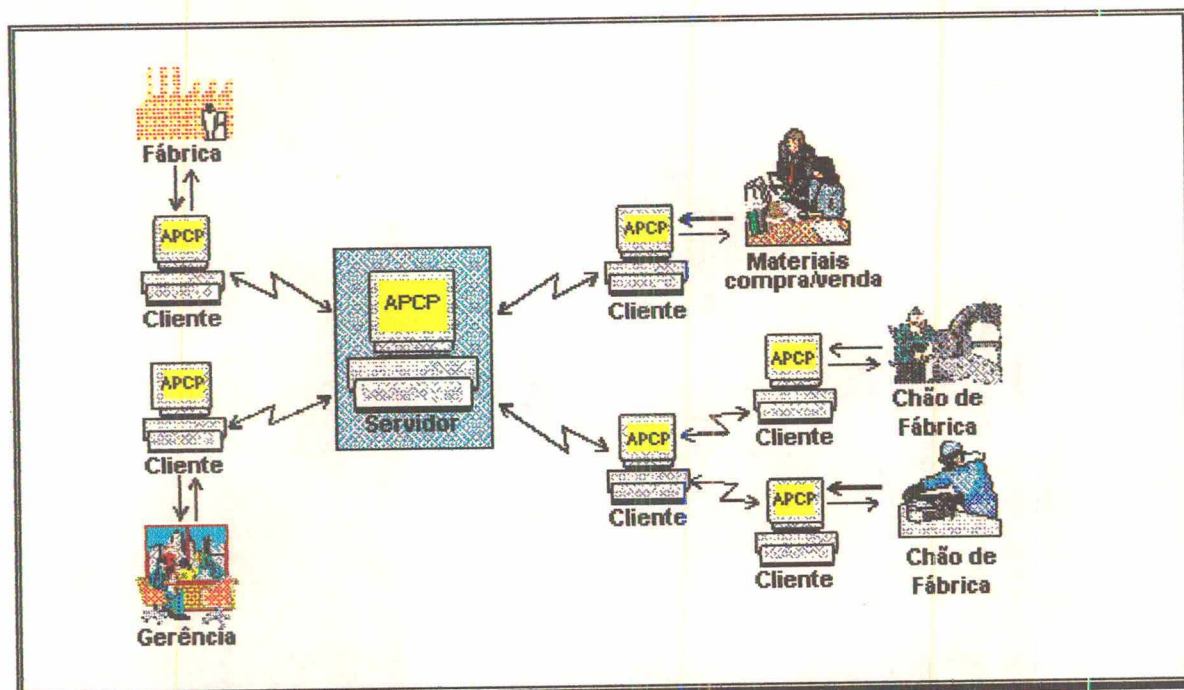


Figura 13 - APCP - Modelo para Assessoria em PCP na INTERNET

A ênfase do modelo está voltada para comunicação, gerenciamento e arquitetura do sistema.

5.1.1 Comunicação

No aspecto da comunicação o modelo apresenta uma estrutura de mensagens a qual permite a comunicação direta e indireta entre os agentes, conforme o padrão reconhecido pelo protocolo de comunicação do sistema.

5.1.2 Gerenciamento do Sistema

O modelo proposto apresenta um gerenciamento dinâmico do sistema, onde os agentes controladores desempenham multi-tarefas, executando processos paralelos, minimizando desta forma o tempo de espera dos usuários.

Outro aspecto referente ao gerenciamento é a característica de descentralização do controle, o qual é distribuído entre dois agentes principais:

um agente gerenciador dos aspectos gerais do sistema e outro, gerenciador dos processos locais executados no Cliente.

5.1.3 Arquitetura do Sistema

O modelo desenvolvido apresenta uma arquitetura geral, projetada para permitir a inclusão de módulos aplicativos do PCP, sem que estes alterem os processos gerais existentes ou exijam novos controles para o processamento. Os requisitos para o gerenciamento automático do novo módulo incorporado restringe-se à observância da estrutura de mensagens imposta pelo modelo.

5.2 Arquitetura

A arquitetura do APCP apresenta três tipos de agentes, classificados conforme as funções que desempenham:

- *Agente Servidor* - agente gerenciador do processo geral do sistema;
- *Agente Cliente* - agente gerenciador dos processos disponíveis para o Cliente;
- *Agentes Aplicativos* - agentes executores de aplicações específicas.

O modelo proposto é composto de um agente servidor, denominado AgServer, um agente cliente, denominado AgClient e diversos agentes Aplicativos, não havendo restrições quanto ao número destes últimos incorporados ao sistema.

Dentre as funções atribuídas por Maes (1994), capítulo 3, aos agentes,

estão presentes na arquitetura proposta: a monitoração de eventos e processos, verificada nas atribuições associadas ao AgServer e AgClient; e o desempenho de tarefas em favor do usuário, verificada nas atribuições das três classes de agentes atuantes no sistema.

O modelo consiste na execução contínua do AgServer, residente em background no servidor, bem como na execução do AgClient, cujo processamento é ativado quando uma Empresa-Cliente ou um Usuário acessam a *Home Page* do sistema.

A partir desta etapa, o agente servidor e demais agentes clientes passam a monitorar os processos através de mensagens e solicitações de execução dos Agentes Aplicativos disponíveis no sistema.

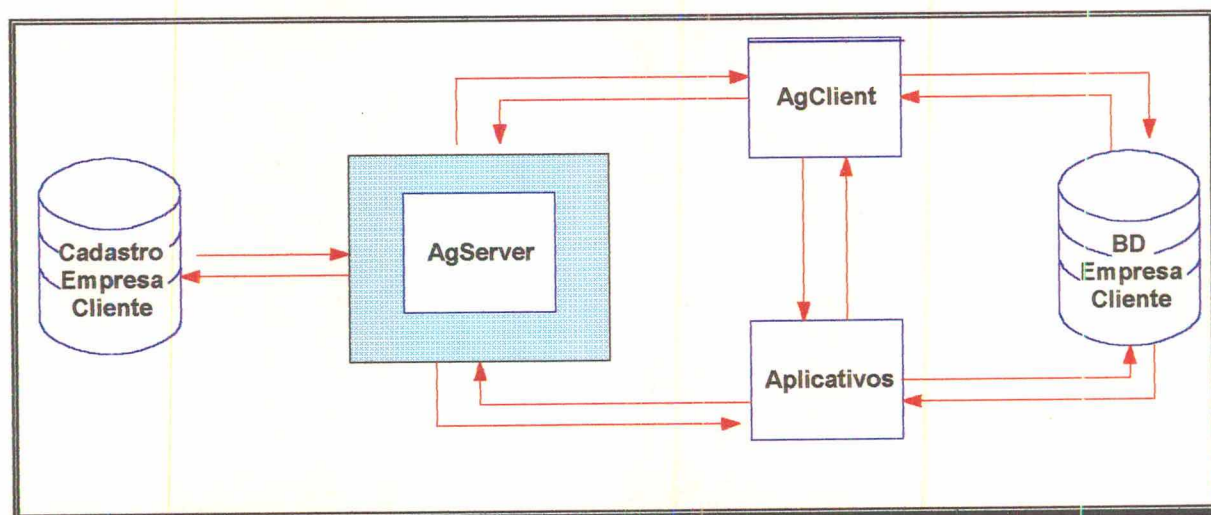


Figura 14 - Arquitetura geral do sistema APCP

Os agentes componentes do sistema detêm objetivos distintos e preestabelecidos apresentando, em diferentes graus, as propriedades de autonomia, inteligência e mobilidade.

Neste trabalho foram privilegiadas as propriedades de autonomia e

mobilidade dos agentes. As características determinantes do grau de inteligência dos agentes necessitam de maiores estudos para implementação.

5.2.1. Agente AgServer

O agente AgServer é um agente estático, cuja principal função constitui-se no controle dos processos das Empresas-Clientes conectadas e no atendimento aos Usuários que visitam o sistema em busca de informações ou demonstração.

A arquitetura deste agente caracteriza-se pela presença das propriedades de inteligência, autonomia, representatividade, flexibilidade, habilidade social, reatividade e outras.

O grau de inteligência do AgServer pode variar em toda extensão apresentada por RIVER (1995), capítulo 3, dependendo do paradigma para inferência a ele atribuído:

- *Baixo Nível*, se for constituído de regras fixas;
- *Nível Médio e Alto*, se for constituído de algum paradigma da Inteligência Artificial, como sistemas especialistas, redes neurais ou sistemas híbridos.

Na classificação de Wooldridge & Jennings (1994), capítulo 3, o AgServer é um agente proativo, uma vez que monitora e disponibiliza os processos do APCP para todas as Empresas-Clientes, sem a intervenção do usuário.

5.2.1.1 Arquitetura do agente AgServer

A arquitetura projetada para o agente AgServer é composta pelos

módulos:

- Módulo Gerenciador de Memória e Mensagens (MGM);
- Módulo Gerenciador do Quadro Negro (MGQN);
- Módulo Gerenciador de Processos (MGP);
- Módulo Gerenciador de Arquivos (MGA);
- Interface com o Usuário;
- Estrutura de Quadro Negro (QN);
- Protocolo de Comunicação entre Agentes;
- Protocolo TCP/IP.

Os módulos são responsáveis por processos executados paralelamente, compartilhando a CPU dos computadores.

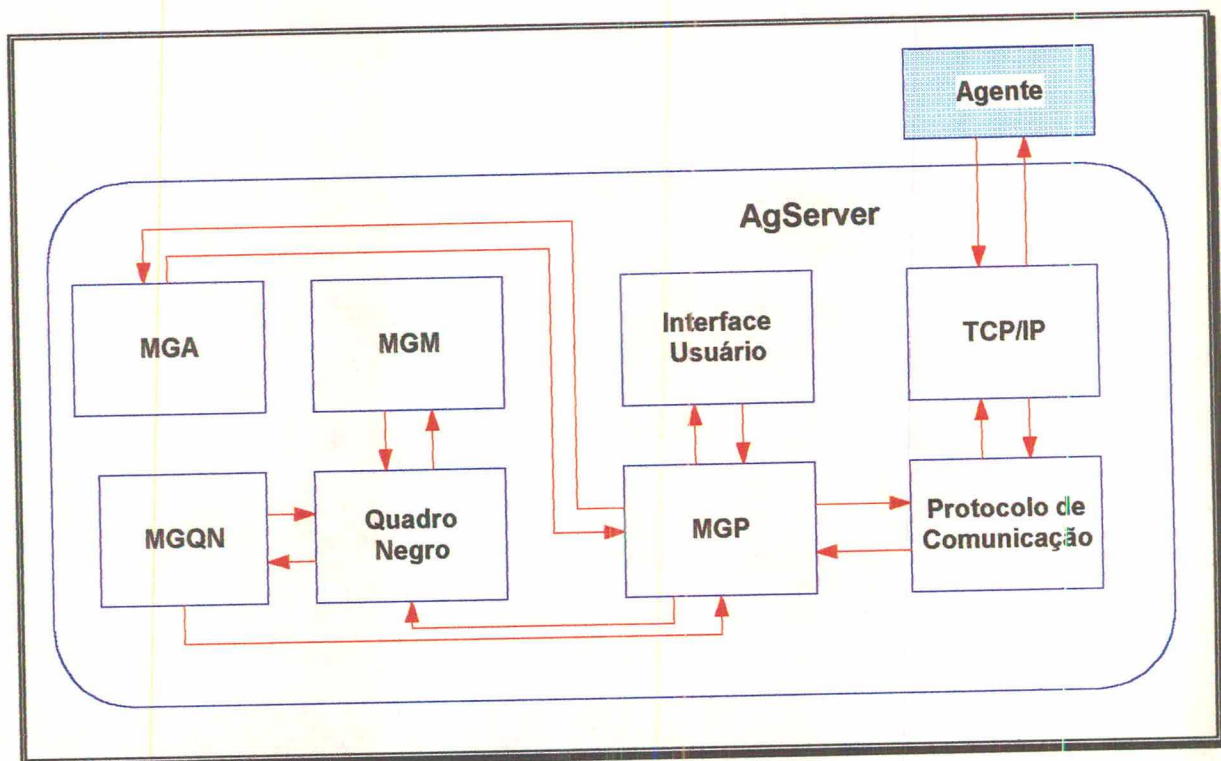


Figura 15 - Arquitetura do agente AgServer

a. Módulo Gerenciador de Memória

O Módulo gerenciador de memória e mensagens tem por objetivo administrar as mensagens gravadas no Quadro Negro, atualizando a estrutura quando o lote máximo de mensagens por Empresa-Cliente é atingido, liberando àquelas já processadas, obtendo desta forma um gerenciamento de memória dinâmico e eficiente.

b. Módulo Gerenciador do Quadro Negro

O módulo gerenciador do Quadro Negro tem como meta a verificação constante das mensagens contidas na estrutura, selecionando aquelas endereçadas ao AgServer, possibilitando porém o processo paralelo dos outros módulos pertencentes ao agente.

c. Módulo Gerenciador de Processos

O módulo Gerenciador de Processos é responsável pela seleção dos procedimentos a serem executados.

Os processos são solicitados diretamente pelo AgServer ou pelo usuário, que os solicita ao AgClient. Após solicitação, o AgClient envia pedido do usuário ao AgServer para que sejam determinados os agentes que executarão os processos.

d. Módulo Gerenciador de Arquivos

O módulo gerenciador de Arquivos tem por função consultar e atualizar o cadastro de Empresas-Clientes.

e. Interface com o Usuário

A interface com o usuário busca informar as conexões e processos ativos, bem como possibilitar o acesso à informações necessárias à execução do sistema.

f. Estrutura de Quadro Negro

A Estrutura de Quadro Negro armazena as mensagens emitidas pelos agentes. Associada ao módulo MGQN, possibilita o gerenciamento de processos por Empresa-Cliente.

g. Protocolo de Comunicação entre Agentes

O protocolo de comunicação entre agentes tem como processos principais a codificação e decodificação de mensagens, permitindo assim a comunicação entre agentes, favorecendo desta forma, a integração e compartilhamento na execução de tarefas.

h. Protocolo TCP/IP

O protocolo TCP/IP permite a transferência de mensagens entre o AgServer e os agentes, uma vez que encontram-se em máquinas diferentes durante a execução dos processos.

Outra função do TCP/IP é a transferência dos Agentes através da INTERNET, disponibilizando-os no Cliente.

5.2.2. Agente AgClient

O AgClient é o agente centralizador do controle dos processos disparados para cada Empresa-Cliente, sendo transferido do servidor para a memória da máquina do cliente no momento do acesso à *Home Page* do Sistema, caracterizando-o como um agente de Roteiro Móvel.

Da mesma forma que o AgServer, o AgClient é proativo visto que disponibiliza processos para execução sem exigir a intervenção da Empresa-Cliente para a qual atua.

A estrutura do modelo adequa-se a um agente AgClient com alto grau de inteligência porém, conforme já explicitado, este aspecto necessita maiores estudos para sua implementação.

O agente apresenta as propriedades de inteligência, autonomia, representatividade, flexibilidade, habilidade social, reatividade e outras.

5.2.2.1 Arquitetura do agente AgClient

A arquitetura composta para o AgClient contém os módulos:

- Módulo Gerenciador de Mensagens (MGM);
- Módulo Gerenciador de Processos (MGP);
- Interface com o Usuário;
- Estrutura de Quadro Negro (QN);
- Protocolo de Comunicação entre Agentes;
- Protocolo TCP/IP.

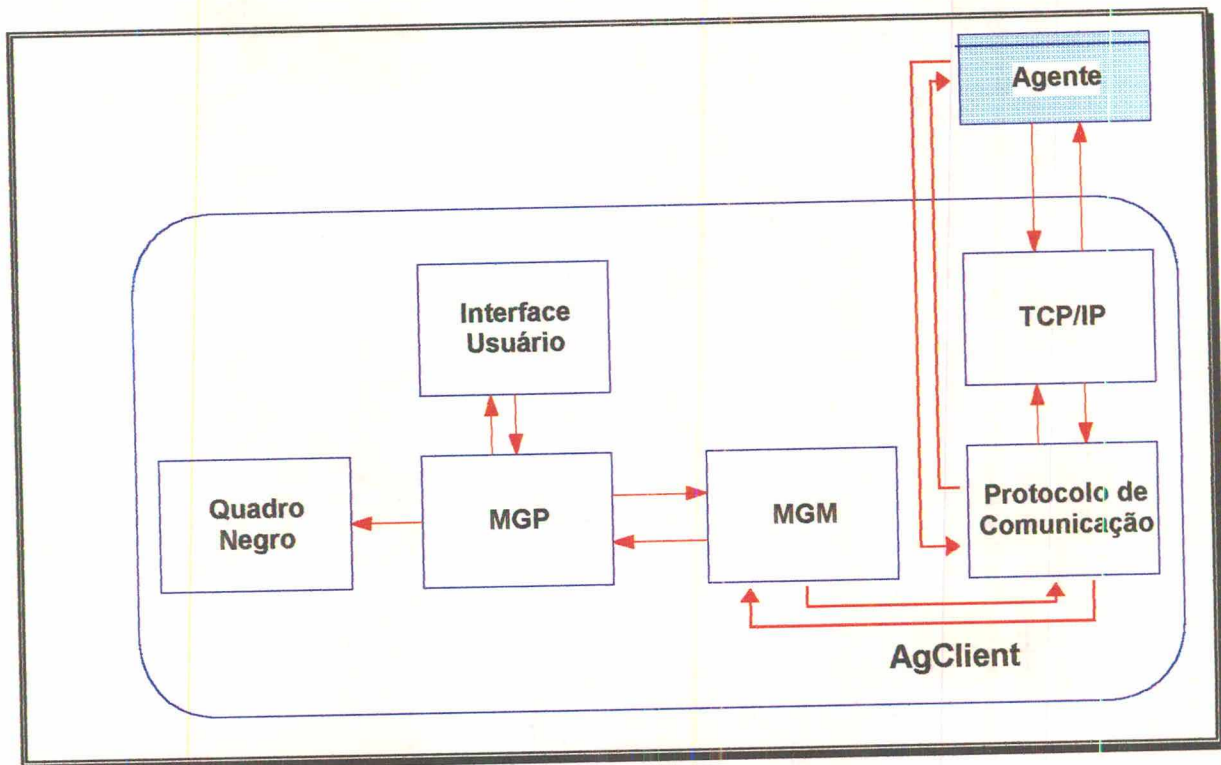


Figura 16 - Arquitetura do Agente AgClient

a. Módulo Gerenciador de Mensagens

O módulo Gerenciador de Mensagens do AgClient recebe informações dos demais agentes bem como envia informações necessárias ao desempenho dos mesmos.

O módulo MGM apresenta duas funções básicas:

- Criticar e selecionar as informações recebidas para enviá-las ao MGP;
- Agrupar e enviar as informações necessárias ao desempenho de outros processos, bem como repassá-las ao protocolo de comunicação.

b. Módulo Gerenciador de Processos

O Módulo Gerenciador de Processos do AgClient tem por função principal identificar os processos a serem executados para a Empresa-Cliente e solicitar ao AgServer autorização para processamento.

Outra função importante deste módulo é manter o AgServer informado sobre o *status* dos processos ativos.

c. Interface com o Usuário

A interface com o usuário disponibiliza os processos do sistema para seleção através da interferência direta do Usuário ou da Empresa-Cliente.

d. Estrutura de Quadro Negro

Na estrutura de Quadro Negro são armazenadas mensagens para os demais agentes. Entre as mensagens gravadas incluem-se àquelas referentes ao *status* dos processos em andamento, os quais são constantemente atualizados.

e. Protocolo de Comunicação entre Agentes

O Protocolo de Comunicação apresenta as mesmas funções já citadas para o agente AgServer ou seja, a codificação e decodificação de mensagens.

f. Protocolo TCP/IP

O protocolo TCP/IP permite a comunicação com o AgServer bem como, a transferência do AgClient para a máquina do Cliente.

5.2.3. Agentes Aplicativos

Os Agentes Aplicativos executam as tarefas específicas do planejamento e controle da produção, sendo classificados como agentes prestadores de serviços, uma vez que só é ativado quando o AgClient o considerar necessário ou por interferência direta do usuário.

Estes agentes apresentam roteiros móveis, sendo transferidos para a memória da máquina do cliente quando solicitada a sua execução.

Quanto às propriedades relacionadas à agência, os Agentes Aplicativos apresentam as mesmas características do AgClient, ou seja, inteligência, autonomia, representatividade, flexibilidade, habilidade social, reatividade e outras.

5.2.3.1 Arquitetura dos Agentes Aplicativos

Os agentes Aplicativos apresentam a maioria de seus módulos similares aos módulos existentes no agente AgClient:

- Módulo Gerenciador de Mensagens (MGM);
- Módulo Gerenciador de Processos (MGP);
- Módulo Gerenciador de Arquivos (MGA)
- Interface com o Usuário;
- Estrutura de Quadro Negro (QN);
- Protocolo de Comunicação entre Agentes;
- Protocolo TCP/IP.

Os módulos de Interface com o Usuário e a estrutura de Quadro Negro manipulam informações de acordo com a tarefa específica atribuída ao agente

Aplicativo. Por outro lado, a existência do Módulo de Gerenciamento de Arquivos está condicionada à necessidade ou não de armazenamento e recuperação de informações em arquivos de dados.

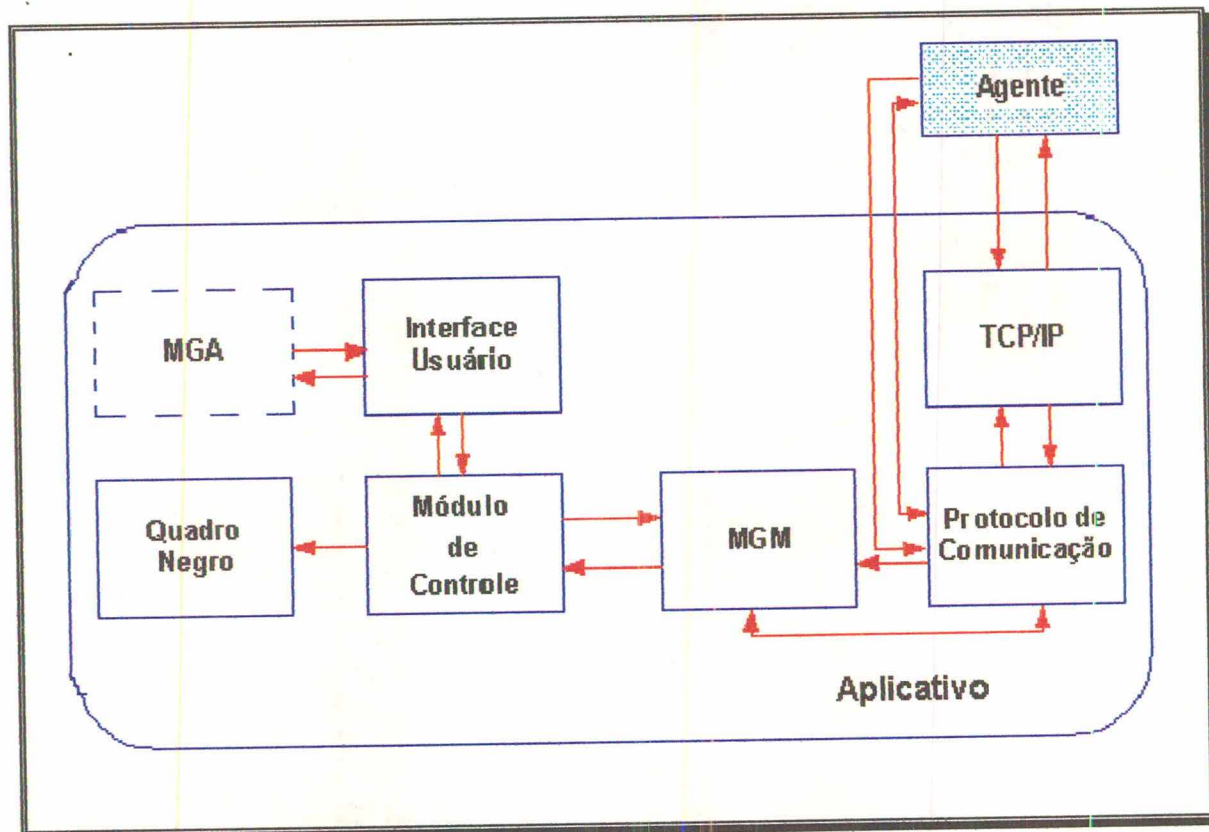


Figura 17 - Arquitetura de um Agente Aplicativo

5.3 Comunicação

Os agentes integrantes do APCP comunicam-se através de mensagens, utilizando tanto a comunicação direta, através de troca de mensagens, quanto a comunicação indireta, por meio de uma arquitetura de Quadro Negro, residente no servidor.

- processo de comunicação no sistema ocorre entre os agentes:

AgServer-AgClient, AgServer-Agentes Aplicativos e AgClient-Agentes Aplicativos.

5.3.1. AgServer-AgClient

Através de mensagens gravadas na estrutura de Quadro Negro, o AgClient informa ao AgServer as necessidades do usuário. O AgServer examina estas mensagens e envia, através de comunicação direta, a solicitação de execução dos agentes correspondentes, de acordo com os interesses de cada Empresa-Cliente ou Usuário.

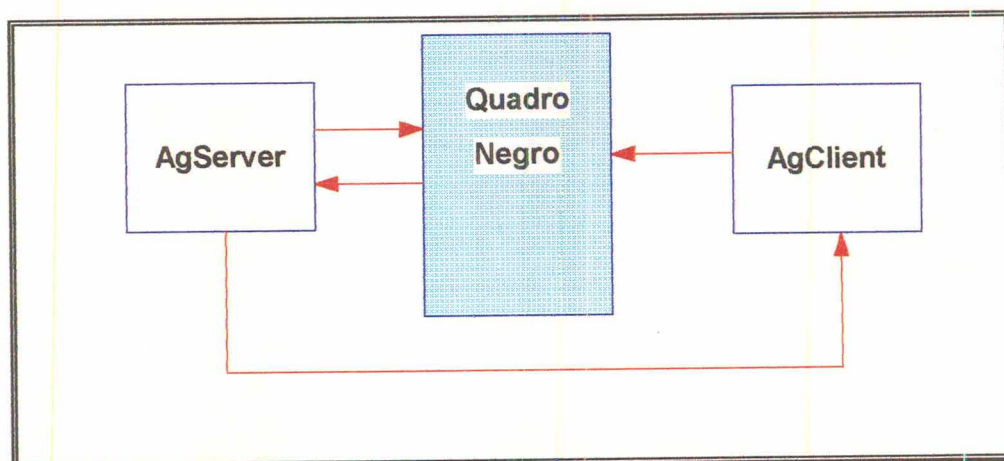


Figura 18 - Comunicação AgServer-AgClient

5.3.2. AgServer - Agentes Aplicativos

Em alguns processos específicos torna-se necessária a comunicação direta dos Agentes Aplicativos com o AgServer. Este tipo de comunicação normalmente é exigido no sistema quando o Agente Aplicativo necessita informações residentes no servidor.

Estes agentes também utilizam uma estrutura de Quadro Negro para comunicar-se com o AgServer.

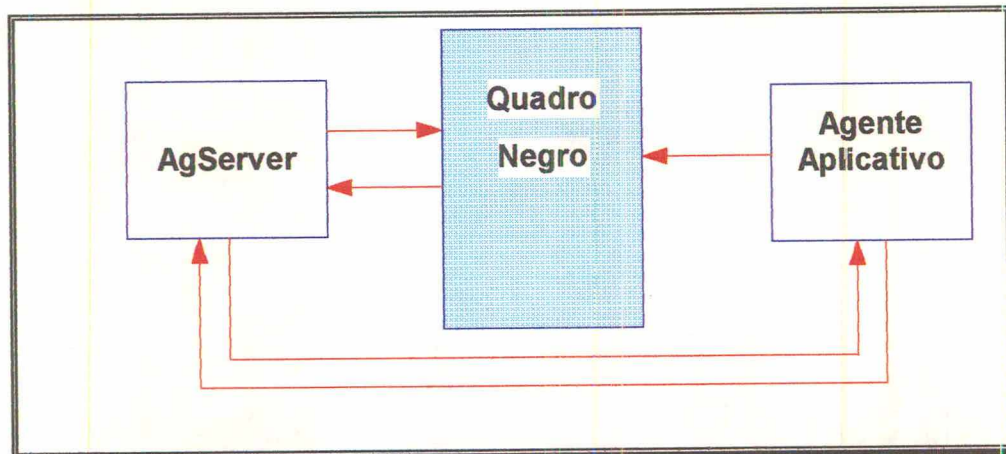


Figura 19 - Comunicação AgServer - Agente Aplicativo

5.3.3 Agentes Aplicativos - AgClient

Os Agentes Aplicativos comunicam-se de forma direta com o AgClient informando o estado em que se encontram, permitindo desta forma que o AgClient gerencie os processos da Empresa-Cliente ou do Usuário.

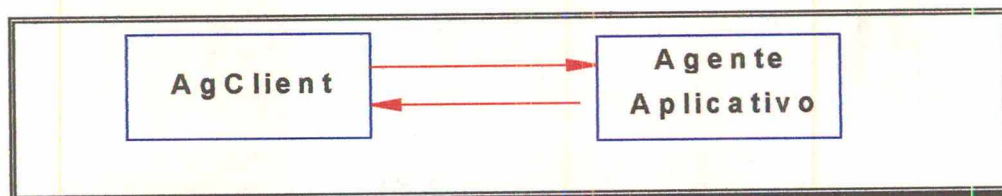


Figura 20 - Comunicação Agente Aplicativo - AgClient

5.3.4. Estrutura da Mensagem

A estrutura da mensagem proposta para comunicação direta entre os agentes é composta de duas partes, sendo uma fixa e obrigatória e outra opcional.

- Parte Fixa:
 - *Identificação da Mensagem*, composta por três caracteres que identificam as mensagens do sistema APCP, evitando que informações

- alheias sejam processadas;
- *Identificação do Emissor*, composto pelo código do agente emissor da mensagem;
 - *Identificação do Destinatário*, informando o código do agente a que se destina a mensagem;
 - *Evento ocorrido*, informando o motivo da mensagem.
- Parte Opcional:
 - Descrição da mensagem, apresentada na forma de *string*.

Em função da parte opcional da mensagem, a estrutura exige um tamanho mínimo de 9 caracteres para a composição desta, não havendo um tamanho máximo preestabelecido.

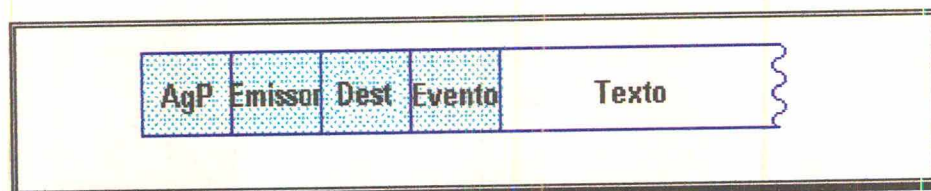


Figura 21 - Estrutura de uma mensagem

5.3.5 Estrutura de Quadro Negro

A estrutura de Quadro Negro foi projetada em níveis hierárquicos para cada Empresa-Cliente, de tal forma a permitir o gerenciamento dos diferentes processos das Empresas-Clientes.

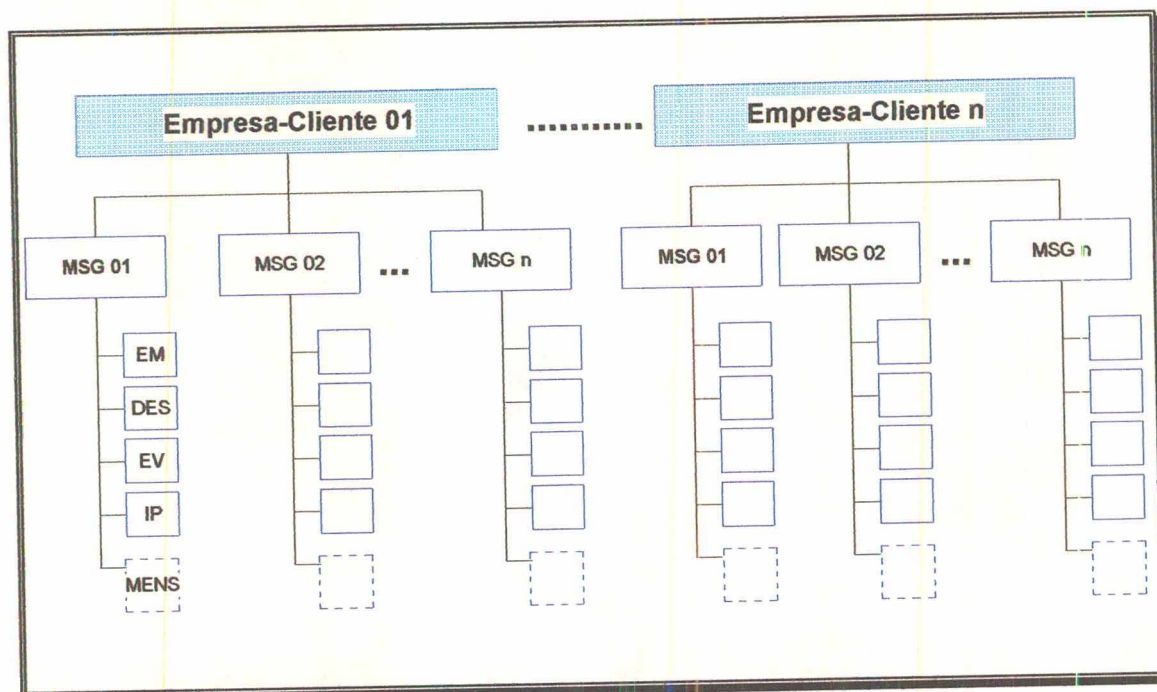


Figura 22 - Estrutura de Quadro Negro

As mensagens armazenadas na estrutura de Quadro Negro possuem, além de informações pertinentes à conexão *socket* de cada Cliente, outros dados, tais como:

- Agente Emissor;
- Agente Destinatário;
- Evento;
- Endereço IP do agente Emissor;
- Informações não padronizadas componentes das mensagens.

6 APLICAÇÃO PRÁTICA

6.1 Aplicação

O modelo desenvolvido foi implementado com o objetivo de criar a estrutura básica para controle e processamento das tarefas requisitadas pelas Empresas-Clientes do Sistema de Assessoria em PCP.

Procurou-se demonstrar que a partir da estrutura formada pelos Agente Servidor, Agente Cliente e Estrutura de Mensagens, diferentes aplicações podem ser acopladas ao APCP, contribuindo para maior satisfação das necessidades das Empresas-Clientes.

Para tanto, os agentes AgServer e AgClient foram programados, tendo sido prototipados os seguintes agentes como sugestão de Agentes Aplicativos:

- Agente Informação;
- Agente Demonstração;
- Agente Cadastro;
- Agente Plano Mestre;
- Agente Lista de Materiais.

Por restrição da versão atual da linguagem JAVA, utilizada no desenvolvimento do modelo implementado, fez-se necessário implementar a manutenção da base de dados do cliente na máquina do servidor. Contudo,

existem estudos da Sun Microsystems para contornar esta limitação da linguagem nas próximas versões do JAVA.

6.1.1. AgServer

O AgServer configura-se como um Servidor Socket que aguarda conexões na porta lógica 100, controlando até 50 Empresas-Clientes, cada qual podendo manter ativo na estrutura de Quadro Negro, lotes de até 50 mensagens.

A Empresa-Cliente é identificada pelo AgServer através do seu endereço IP.

```
C:\FrontPage Webs\Content\dissert>java AgServer
AgServer - Aguardando conexão na porta 100
AgServer - Tentando conectar...
AgServer - Criada Conexão 0
AgServer - Tentando conectar...
AgServer- Conexao em processo: 150.162.90.1:1028
AgServer - Efetuando decomposição de mensagem
Emis=01 Dest=00 Host=150.162.90.1 Port=1028
Even=00 Lido=0 Mens=Home Page acessada
Verificando Quadro Negro
EnviaMens - IP=150.162.90.1 porta:1028 -> AgP000101null
```

Figura 23 - Interface Agente AgServer

6.1.2. AgClient

O AgClient desenvolvido conecta-se com o AgServer através de *socket*, mantém ativo o sistema de mensagens, controlando o desempenho dos Agentes Informação, Demonstração, Cadastro, Plano Mestre e Lista de Materiais.

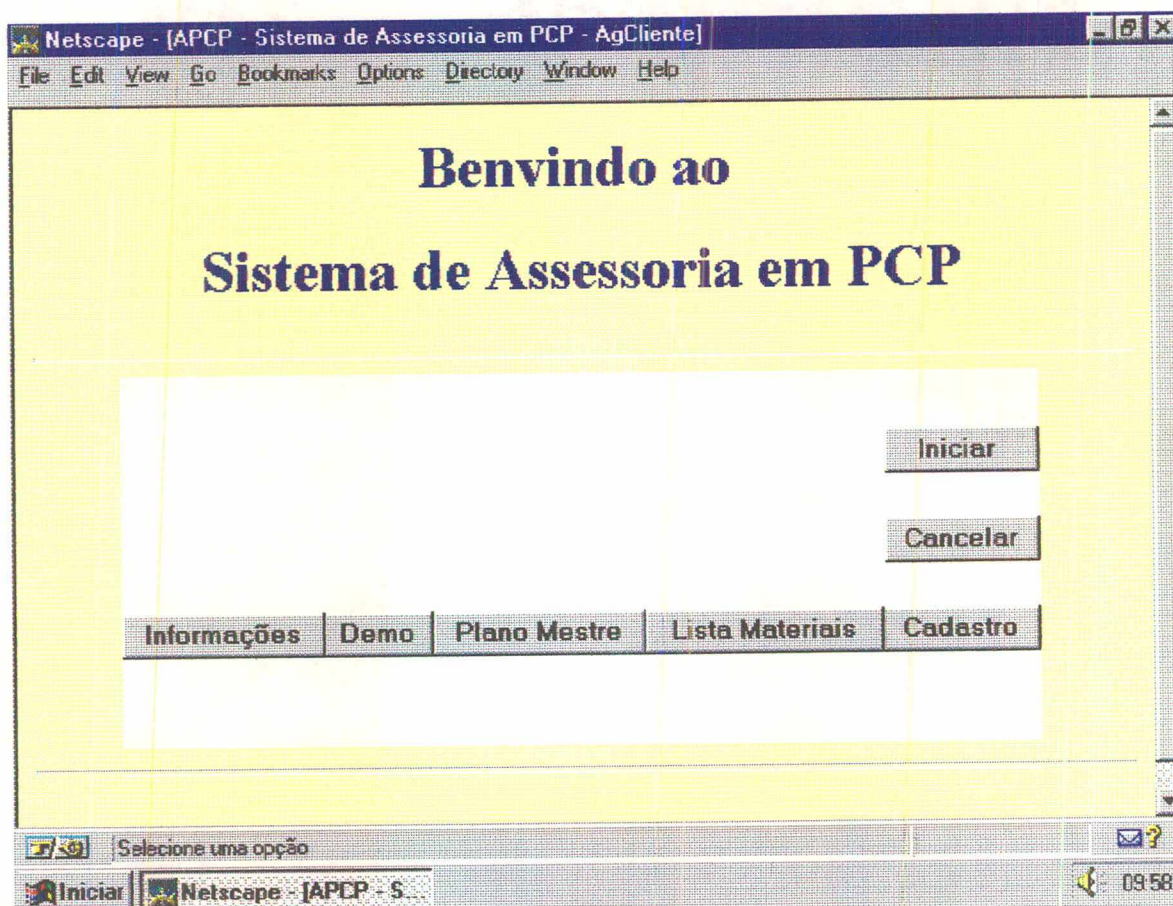


Figura 24 - Interface do AgClient

6.1.3. Agente Informação

O Agente Informação é um protótipo de agente que fornece informações relativas aos requisitos para utilização do sistema.

Através deste agente o Usuário pode solicitar seu cadastramento no

sistema APCP.

O objetivo da prototipação deste agente é demonstrar a viabilidade para inclusão de agentes aplicativos.

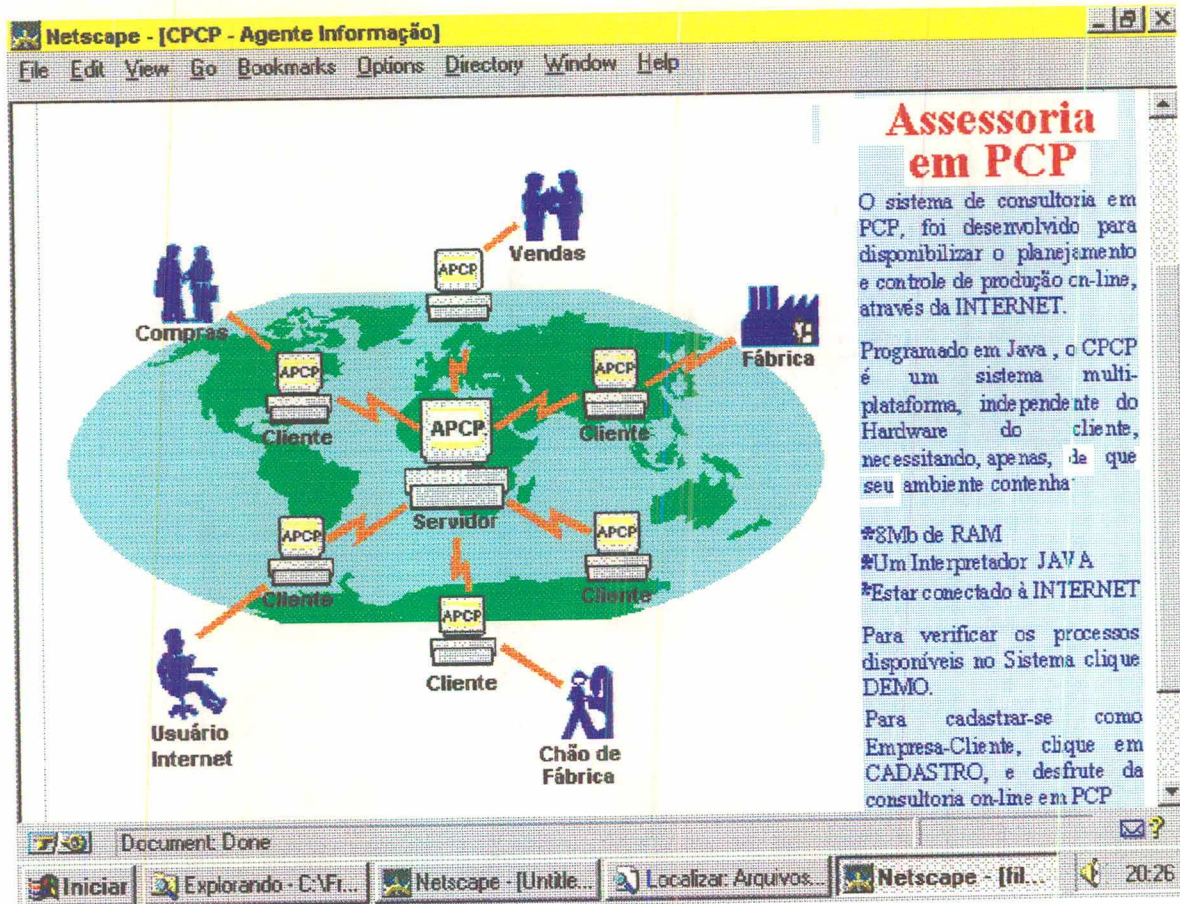


Figura 25 - Interface do Agente Informação

6.1.4. Agente Demonstração

É o agente Aplicativo que permite aos Usuários e Empresas-Clientes, uma demonstração das informações e telas disponíveis no APCP.

6.1.5. Agente Cadastro

Refere-se ao protótipo do Agente aplicativo que atualiza o cadastro de Empresas-Clientes.

Este agente, por ser um protótipo, limita-se a atualizar somente as informações necessárias ao modelo prototipado, devendo ser reanalisado quando da implementação definitiva do modelo, incluindo-se informações tais como endereço, CGC, inscrição estadual, endereço para *e-mail*, entre outras.

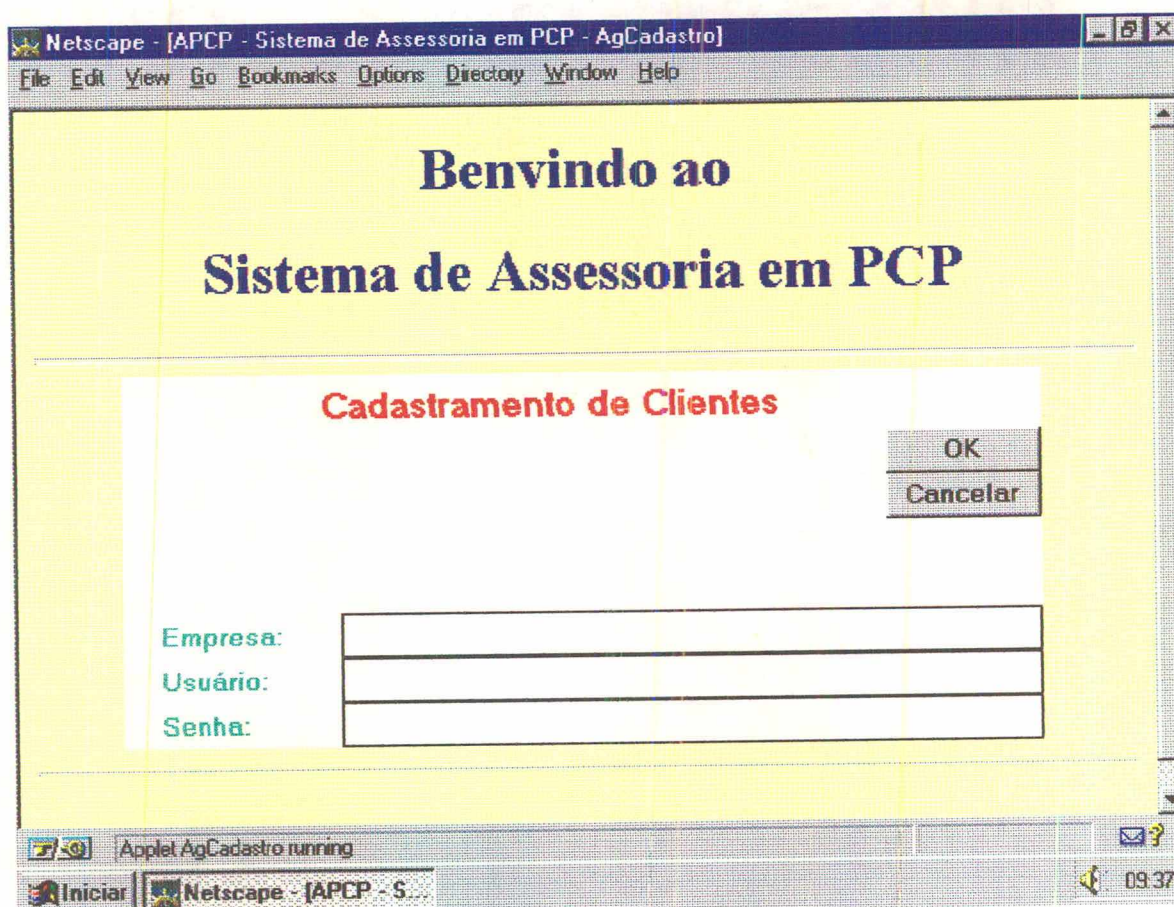


Figura 26 - Interface do Agente Cadastro

6.1.6. Agente Lista de Materiais

Este agente faz parte do protótipo do APCP apenas como sugestão de mais um Agente Aplicativo, demonstrando a facilidade para adicionar-se outros módulos ao sistema.

6.1.7. Agente Plano Mestre

O Agente Aplicativo Plano Mestre é um protótipo de agente para calcular o Plano Mestre da Produção.

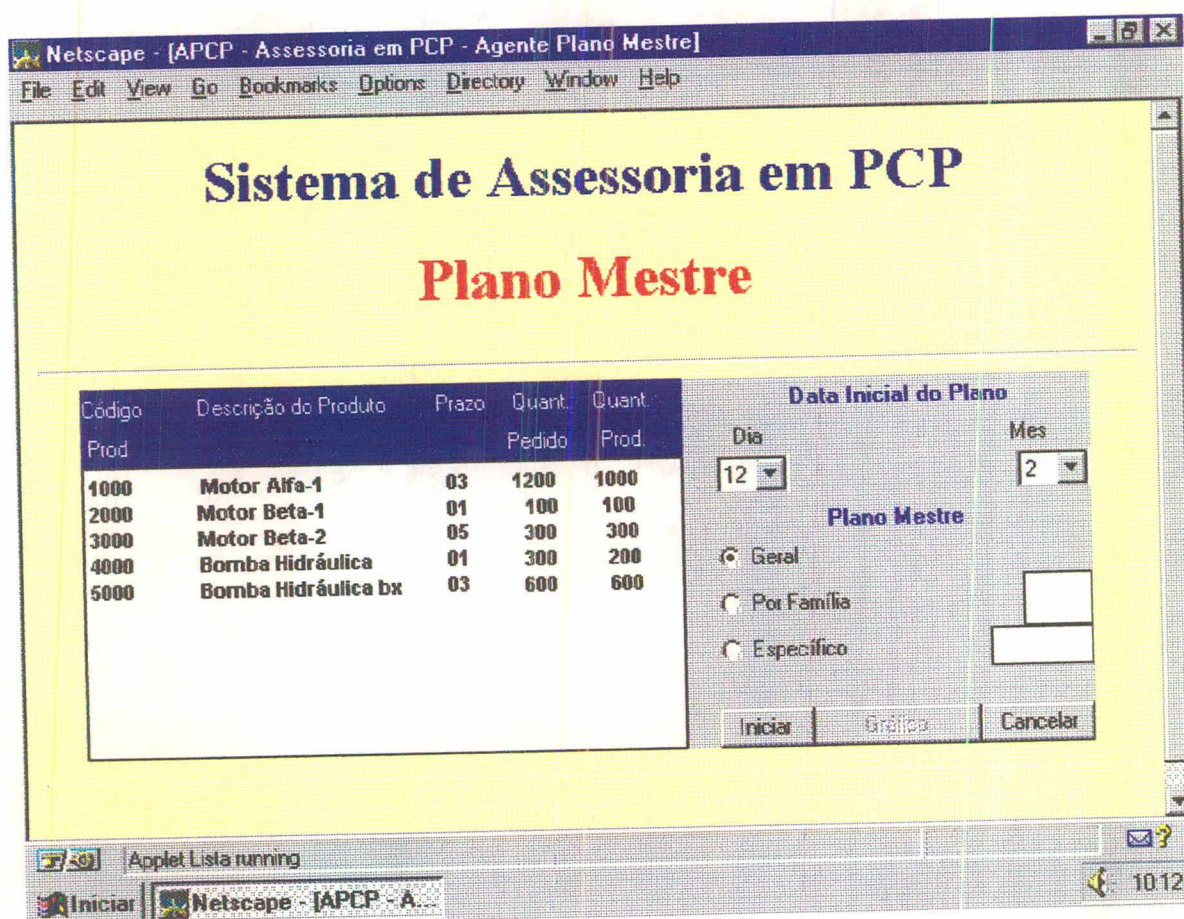


Figura 27 - Interface do Agente Plano Mestre

O agente prototipado calcula o plano mestre para 30 dias a partir de uma

determinada data fornecida pela Empresa-Cliente, e emite o gráfico referente à quantidade a produzir neste período.

O agente foi projetado para emitir o plano mestre geral, por família de produtos ou por produto específico utilizando a metodologia de planejamento mestre conforme a previsão de vendas.

Contudo, cabe salientar que por se tratar de um protótipo, o agente não processa todas as informações necessárias a um Plano Mestre.

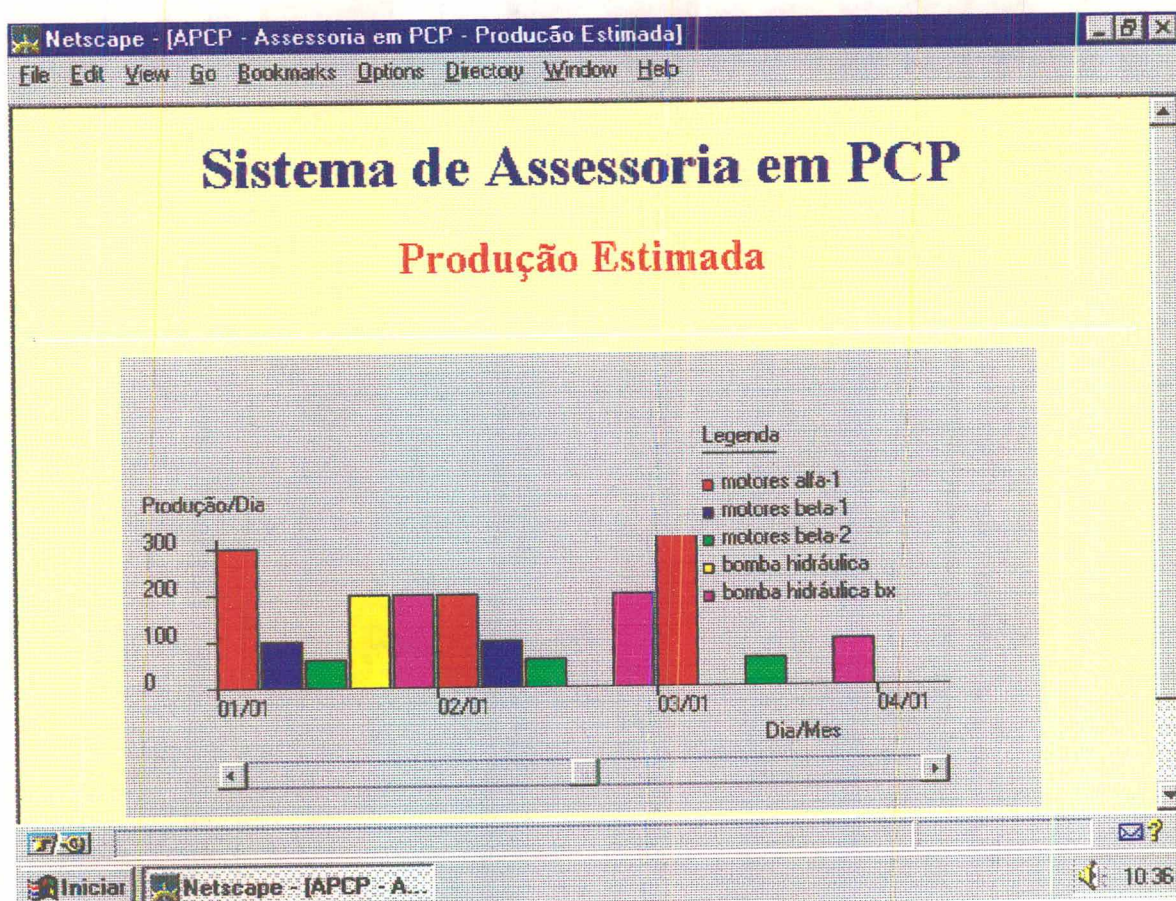


Figura 28 - Gráfico da Produção Estimada solicitado pelo Agente Plano Mestre

6.2. Estrutura de mensagens

Visando a otimização da utilização de memória no servidor, as mensagens gravadas pelos agentes na estrutura de Quadro Negro são atualizadas sempre que alguma Empresa-Cliente atinge 50 mensagens ativas na estrutura, sendo então deletadas aquelas já processadas até o momento.

A estrutura de mensagens utilizada no sistema prototipado segue a tabela abaixo onde são apresentadas algumas mensagens do modelo implementado.

Id.Msg	Emissor	Destin.	Evento	Mensagem	Processo
AgP	01	00	01		Usuário solicita informações
AgP	01	00	02		Usuário solicita demonstração
AgP	01	00	03		Usuário solicita cadastro
AgP	01	00	04		Cancelamento Processamento
AgP	01	00	05		Encerramento cadastro
AgP	01	00	06		Cancelamento cadastro
AgP	01	00	07		Encerramento informações
AgP	01	00	08		Encerramento demonstração
AgP	01	00	10		Usuário solicita Plano Metsre
AgP	01	00	11		Término Plano Mestre
AgP	01	00	12		Cancelamento Plano Mestre
AgP	01	00	15		Usuário solicita Lista Materiais
AgP	01	00	16		Término Lista Materiais
AgP	03	00	01		Solicita dados cadastrais

Tabela 2 - Algumas mensagens utilizadas no sistema APCP

6.3 Ambiente de Desenvolvimento do Sistema

No desenvolvimento dos agentes do sistema prototipado, utilizou-se a linguagem JAVA em virtude de algumas características nela presentes, principalmente aquelas relacionadas à adequação da linguagem à aplicações na rede INTERNET, como portabilidade, processamento distribuído e tratamento de protocolos.

6.3.1 Portabilidade

Sendo a INTERNET uma rede heterogênea onde plataformas diferenciadas comunicam-se através de protocolos apropriados, a portabilidade intrínseca à linguagem foi um dos principais fatores para a escolha do ambiente JAVA.

6.3.2. Processamento Distribuído

A aplicação desenvolvida caracteriza-se por ser um sistema distribuído, exigindo alta capacidade de compartilhamento entre os objetos do sistema, sendo estes remotos ou locais. A linguagem JAVA atende estes requisitos exigindo pouco trabalho do programador.

6.3.3. Tratamento de Protocolos

Outro fator decisório na escolha do ambiente de desenvolvimento foi a facilidade no tratamento de protocolos, visto que o APCP baseia-se em conexões *sockets*, utilizando o protocolo TCP/IP.

A linguagem JAVA contém ampla biblioteca de classes para o tratamento

deste protocolo, não exigindo do programador conhecimentos aprofundados sobre a implementação do mesmo.

6.4 Limitações

O protótipo do sistema APCP desenvolvido não implementa os Agentes Aplicativos na integridade dos processos requeridos para efetuar suas funções. O objetivo de tal desenvolvimento foi demonstrar a aplicabilidade do Sistema Multi-Agentes e da arquitetura básica para compor o Sistema de Assessoria em PCP na INTERNET.

Em função do Agente Cadastro não estar implementado na plenitude de seus processos, o reconhecimento da Empresa-Cliente, conforme já citado, foi programado através do endereço IP, o que impossibilita ao Cliente acessar o sistema utilizando outro equipamento.

A impossibilidade de manutenção da base de dados na máquina do Cliente constitui-se na principal limitação apresentada pelo modelo, visto que enquanto não houver tal possibilidade, os dados do Cliente deverão permanecer na máquina do servidor, ou deverão ser transferidos via protocolo FTP antes do processamento no APCP.

Este fato, indubitavelmente acarreta intranqüilidade no Cliente, originada pelo tempo excessivo de transmissão de dados através da rede, associado à possível quebra de sigilo de suas informações.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo realizado sobre a literatura relativa a agentes inteligentes e o desenvolvimento do modelo proposto para o Sistema de Assessoria da Produção levam às conclusões assinaladas abaixo.

A utilização de Sistemas Multi-Agentes para viabilizar um sistema de Assessoria em Planejamento e Controle da Produção através da INTERNET demonstrou ser uma técnica aplicável, apresentando resultados satisfatórios, visto que os processos podem ser executados de forma interativa com o compartilhamento de recursos, independente de plataforma de hardware disponível no cliente.

O desenvolvimento do modelo na linguagem JAVA é adequado contudo, torna-se necessário disponibilizar a manutenção da base de dados do cliente na sua própria máquina.

Para trabalhos futuros recomenda-se:

- Dotar o AgClient de maior grau de inteligência, utilizando para tanto, algum paradigma da Inteligência Artificial, de tal forma que este agente possa desempenhar inclusive, a função de assistente do usuário, aconselhando tarefas que julgue necessária a execução ou desaconselhando aquelas selecionadas pelo usuário, porém considerada imprópria para execução no contexto em que se insere.
- Implementar o mesmo protótipo do modelo desenvolvido neste trabalho porém, utilizando outro ambiente de desenvolvimento,

objetivando uma comparação de desempenho entre os dois modelos.

- Desenvolver os Agentes Aplicativos sugeridos na plenitude de suas funções, bem como aqueles que se façam necessários para compor o Sistema de Assessoria em PCP, como por exemplo:
 - Agente Plano Mestre Nivelado;
 - Agente Estimativa de Vendas;
 - Agente Negociador para Compras;
 - Agente Controlador de processos da linha de produção.

8 GLOSSÁRIO

Carbon Copy - Atributo do *e-mail* que identifica destinatários a receber cópias;

Expert - Especialista

Feedback - Realimentação

Hardware - Equipamento

Newsgroup - Grupos de interesses na INTERNET

On Line - Em linha

Scheduling - Escalonamento

Script - Roteiro

Software - Programa de Computador

Subject; - Assunto

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROS-INGERSON, J , STEEL, S. *Integrating planning, execution and Monitoting*. In: Proceedings of the Seventh National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-88), 1988.

AUER, Karl. *Agents*. [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://www.pcug.org.au/~kauer/project/main.htm>, 1995

BELGRAVE, Marc. *The Unified Agent Architecture. A White Paper*. [on line]

Disponível na Internet via WWW.

URL: http://www.ee.mcgill.ca/~belmarc/uaa_paper.html, 1995

CAZELLA, Silvio C. *Uma Estrutura de Agentes para a Internet*. [on line]

Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://tucano.inf.ufrgs.br/~scc/seminário.html#6>, 1996.

COHEN, P. R. et al. *Trial by fire: Understanding the design requerimrnts for agents in complex environment..* AI Magazine, n.10, p. 32-48, 1989.

COEN, Michael. *Agency Defined*. [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: http://www.ai.mit.edu/people/mhcoen/agents/section2_1_2.html, 1994.

COEN, Michael. *SodaBot Agent*. [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://www.ai.mit.edu/people/sodabot/>, 1995

- DAMASCENO Jr. Aprendendo JAVA - Programação na INTERNET, SP: Érica, 1996
- D'AMICO, C.B et al. *Inteligência Artificial: uma abordagem de Agentes*. Pôrto Alegre, CPGCC- UFGRS, 1995
- DEMAZEU, Yves, MULLER, Jean P. *Decentralized A.I.*, Cambridge:1990.
- Dis LABORATORY. *Cooperation Among Heterogenous Agents*, [on line]
Disponível na Internet via WWW.
URL: <http://dis.cs.umass.edu/research/team.html>, 1995.
- ETZIONI, O; LESH, N; SEGAL, R. *Building softbots for UNIX*. In: Software Agents - Papers. Spring Symposium, 1994.
- FONER, Lenny. *What's an Agent, Anyway? A Social Case Study*. [on line]
Disponível na Internet via WWW.
URL: <http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/Julia/Julia.html>, 1994a.
- FONER, Lenny. *What's an Agent. Crucial Notions*. [on line]
Disponível na Internet via WWW.
URL: http://foner.www.media.mit.edu/people/foner/Julia/subsection3_4_1.html, 1994b.
- FRANKLIN, Stan, GRAESSER, *Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents*. [on line] Disponível na Internet via WWW.
URL: <http://www.msci.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html>. 1996.
- GENESERETH, M.R, E KETCHPEL, S.P., *Software Agents*. Communications of the ACM, n.37, p. 48-53, 1995.

GIANNESI, CORREIA. *JIT, MRPII, OPT, uma abordagem estratégica*, 1993.

GILBERT, Don, APARICIO; MANNY, A; *Intelligent Agent Strategic*. [on line]

Disponível na Internet via WWW.

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

HARDING, H.A. *Administração da Produção*. SP: Atlas, 1992

LEMON, Bill, PYNADATH, David, TAYLOR, Glenn, WRAY, Bob. *Cognitive architectures*. [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://krusty.eecs.umich.edu/cogarch4/toc.html>, 1996

LINGNAU, Anselm; DROBNIK Oswald; DOMEL, Peter. *An HTTP-based Infrastructure for Mobile Agents*, [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://www.tm.informatik.uni-frankfurt.de/ma/www4-paper.html>, 1995

LIX, A. e STEINER, D. *Understanding Cooperation: an Agent's Perspective*. In: Proceedings of the International Conference on MULTI-AGENT SYSTEMS, San Francisco, 1995.

LIZOTTE, M; MOULIN, B. *A Temporal Planner for Modelling Autonomous Agents*. In: *Decentralized A.I.* (1990)

LUCK, Michael, D'INVERNO, Mark. *A Formal Framework for Agency and Autonomy* In: *ICMAS-95*, 1995.

MAES, Pattie. *Agents that Reduce Work and Information Overload*. [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://pattie.www.media.mit.edu/people/pattie/CACM-94/CACM-4.P1.html>, 1994.

MAES, Pattie. *Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents*. Communications of ACM, p. 108, 1995.

NEWMAN, A. et al. *Usando JAVA*. RJ:Camus, 1997.

NISSEN, Mark. *Intelligent Agents: A Technology and Business Application Analysis*, [on line] Disponível na Internet via WWW.
URL: <http://haas.berkeley.edu/~heilmann/agents/1995>.

OLIVEIRA, F. *Inteligência Artificial Distribuída*, In: IV Escola Regional de Informática, SBC, SC, 1996.

X PARAISSO, Emerson C. *MASC - Sistema Multi-Agente para Monitoração e Controle de Processos*. [on line] Disponível na Internet via WWW.
URL: <http://dainf.cefetpr.br/~paraiso/>, 1996.

RITCHEY, Tim. *Programando com JAVA*. RJ: Campus, 1996

RIVER, Charles. *Intelligent Agents*. [on line] Disponível na Internet via WWW.
URL: <http://www.opensesame.com/webpages/corp/background.html>, 1996.

ROSELER, Marina e HAWKINS, Donald T. *Gent Agents: Software Servants For an Eletronic*. Information World (and More!), ONLINE, July, 1994.

SELKER, T. A Teaching agent that learns. Communications of the ACM n. 37, p.92-99.

- SHOHAN, Yoav. Agent-Oriented Programing. *Artificial Inteligent* 60: p. 51-92, 1993.
- SICHMAN, J.; DEMAZEAU, Y.; BOISSIER, O. *When can Knowledge-based Systems be Called Agents?* In: IX Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial SBC, Rio de Janeiro, 1992.
- SMITH, D.C, A; CYPHER, J.; SPOHRER. *KidSim: Programming Agents Without a Programming Language*. Communications of ACM, 1994.
- STONER, J.A. *Administração*. RJ:Prentice-Hall do Brasil, 1985.
- SUN MICROSYSTEMS, *Understanding Applet Capabilities and Restrictions*.
[on line] Disponível na Internet via WWW.
URL:<http://java.sun.com:80/books/Series?Tutorial/applet/security/security.html>
1996.
- VARGA, Laszló. *Em Busca do Ouro Perdido*. *Jornal do Brasil, Informática*, 16 de jul, 1996.
- VENETIANER, Tomas. *HTML Desmistificando a linguagem da Internet*. SP: Makron Books, 1996.
- WOOD, S. *Planning and decision Making in Dynamic Domains*. Ellis Horwood: Chichester, England, 1993.
- WOOLDRIDGE, Michael, JENNINGS, Nick. *Intelligent Agents: Theory and Practice*, [on line] Disponível na Internet via WWW.
URL: http://www.doc.mmu.ac.uk/STAFF/mike/ker95/bibliography3_38.html,
1994.

_____. *Theories, Architectures, and Languages: A survey*. [on line] Disponível na Internet via WWW.

URL: <http://www.cerc.wvu.edu/~juggy/ia/notes/Mar16.notes>, 1995.

_____. *Software agents*. IEE Review, 1996.