

Luís Miguel Pinho Nogueira

# Sistema Multi-Agente para Mediação Electrónica de Seguros



Departamento de Ciência de Computadores  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto  
Dezembro 2002



Luís Miguel Pinho Nogueira

# Sistema Multi-Agente para Mediação Electrónica de Seguros



Departamento de Ciência de Computadores  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto  
Dezembro 2002

Luís Miguel Pinho Nogueira

# Sistema Multi-Agente para Mediação Electrónica de Seguros



*Dissertação submetida à Faculdade de Ciências da  
Universidade do Porto para a obtenção do grau de  
Mestre em Informática*

Departamento de Ciência de Computadores  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto  
Dezembro 2002

**Aos meus pais....**

# Agradecimentos

Começo por agradecer ao meu orientador, o Professor Eugénio Oliveira, pelo apoio, colaboração e orientação que sempre me reservou. Os seus conselhos e rigor científico constituíram uma preciosa ajuda na realização deste trabalho. Agradeço também o esforço desenvolvido na leitura e sugestões de revisão deste documento.

À Doutora Ana Paula devo agradecer por ter respondido prontamente a todas as minhas questões e o benefício decorrente das oportunidades de discussão científica.

Agradeço ao Jorge Coelho pela disponibilidade que sempre demonstrou, principalmente na fase final deste trabalho. A amizade que nos une e o constante incentivo foram factores preponderantes para a conclusão deste trabalho.

Por último, mas não menos importante, um agradecimento especial aos meus pais, irmão e à Liliana pelo apoio e incentivo que me proporcionaram, compreendendo sempre as minhas ausências.

# Conteúdo

Índice de Tabelas	15
Índice de Figuras	18
Índice de Algoritmos	19
Resumo	21
Abstract	23
<b>1 Introdução</b>	<b>25</b>
1.1 Tema . . . . .	25
1.2 Motivação . . . . .	26
1.3 Estrutura da Tese . . . . .	28
<b>2 Seguros</b>	<b>31</b>
2.1 Contrato de Seguro . . . . .	31
2.1.1 Elementos de um Contrato . . . . .	32
2.1.1.1 Quem é Quem? . . . . .	32
2.1.1.2 Apólice . . . . .	32
2.1.1.3 Sinistros e Indemnizações . . . . .	33
2.2 Características de um Seguro . . . . .	33
2.2.1 Confiança . . . . .	33
2.2.2 Complexidade . . . . .	33

2.2.3	Confidencialidade . . . . .	34
2.3	A Mediação de Seguros . . . . .	34
2.3.1	Intervenientes . . . . .	36
2.3.1.1	Clientes . . . . .	36
2.3.1.2	Seguradoras . . . . .	36
2.3.1.3	Intermediário . . . . .	36
2.4	O Impacto da Internet nos Seguros . . . . .	37
2.5	Modelos de Negócio na Internet . . . . .	38
2.5.1	Suporte de Publicidade . . . . .	38
2.5.2	Venda <i>Online</i> de Produtos . . . . .	38
2.5.3	Portais de Produtos . . . . .	39
2.5.4	Portais Ponto de Venda . . . . .	39
2.5.5	Agregadores . . . . .	39
2.5.6	Leilão Invertido . . . . .	40
2.6	O Mercado Segurador em Portugal . . . . .	41
2.7	Trabalho Relacionado . . . . .	41
2.7.1	ViMP . . . . .	41
2.8	Conclusão . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Comércio Electrónico</b> . . . . .	<b>45</b>
3.1	Introdução . . . . .	45
3.1.1	Tecnologias de Suporte . . . . .	46
3.1.1.1	Comunicação . . . . .	46
3.1.1.2	Serviços . . . . .	47
3.2	Mercado Electrónico . . . . .	48
3.2.1	Funções do Mercado . . . . .	49
3.2.1.1	Relação entre Compradores e Vendedores . . . . .	49
3.2.1.2	Transacções . . . . .	50
3.2.1.3	Infra-estrutura Institucional . . . . .	50

3.2.2	Instituições Electrónicas . . . . .	51
3.2.3	Intermediários no Mercado Electrónico . . . . .	51
3.2.4	Comunicação no Mercado Electrónico . . . . .	52
3.3	Sistemas de Comércio Electrónico . . . . .	54
3.3.1	O Modelo “ <i>Consumer Buying Behavior</i> ” . . . . .	54
3.3.2	Seleção do Produto . . . . .	55
3.3.3	Seleção do Vendedor . . . . .	55
3.3.4	Negociação . . . . .	56
3.4	Mercado Electrónico de Seguros . . . . .	57
3.4.1	Características Desejáveis . . . . .	58
3.4.2	Estado Actual . . . . .	58
3.5	Conclusão . . . . .	60
<b>4</b>	<b>Sistema Multi-Agente</b>	<b>61</b>
4.1	Noção de Agente . . . . .	61
4.2	Arquitecturas . . . . .	63
4.3	Arquitectura BDI . . . . .	64
4.3.1	Compromisso em agentes BDI . . . . .	67
4.3.2	Agentes BDI sociais . . . . .	67
4.4	Sistemas Multi-Agente . . . . .	68
4.4.1	Motivação para um Sistema Multi-Agente . . . . .	68
4.4.2	Interacção entre agentes . . . . .	69
4.5	Plataforma de Comunicação . . . . .	69
4.5.1	Bee-gent . . . . .	70
4.5.2	CORBA . . . . .	72
4.5.3	Jini . . . . .	73
4.5.4	Análise Comparativa . . . . .	74
4.6	XML como Linguagem de Comunicação . . . . .	75
4.6.1	Comunicação entre Agentes . . . . .	75

4.6.2	Benefícios do XML nos Seguros . . . . .	75
4.7	Ontologia . . . . .	77
4.8	Mediação de Seguros Baseada em Agentes . . . . .	79
4.8.1	Proposta . . . . .	79
4.8.2	Fases do Problema de Mediação . . . . .	80
4.9	Conclusão . . . . .	82
<b>5</b>	<b>Negociação</b>	<b>83</b>
5.1	Introdução . . . . .	83
5.2	Negociação Competitiva Vs. Cooperativa . . . . .	84
5.3	Mecanismos de Negociação . . . . .	85
5.3.1	Leilão . . . . .	85
5.3.2	Teoria do Jogo . . . . .	86
5.3.3	Argumentação . . . . .	87
5.3.4	Aproximação Heurística . . . . .	88
5.4	Aprendizagem e Negociação . . . . .	89
5.4.1	Sistemas Exemplo . . . . .	89
5.5	Negociação num Mercado Electrónico de Seguros . . . . .	91
5.5.1	Modelo de Negociação . . . . .	92
5.5.2	Protocolo de Negociação . . . . .	93
5.5.3	Avaliação das Propostas . . . . .	95
5.5.4	Formulação do Comentário . . . . .	96
5.5.5	Aprendizagem na Formulação das Propostas . . . . .	99
5.6	Conclusão . . . . .	100
<b>6</b>	<b>Modelação de Utilizadores</b>	<b>103</b>
6.1	Introdução . . . . .	103
6.2	Personalização do Comércio Electrónico . . . . .	104
6.2.1	Sistemas de Personalização . . . . .	104

6.2.2	Principais Características . . . . .	105
6.3	Comunidades de Utilizadores . . . . .	106
6.3.1	Agrupamento Conceptual . . . . .	107
6.3.2	Aprendizagem das Comunidades . . . . .	108
6.3.3	Exemplo . . . . .	110
6.4	Estereótipos . . . . .	112
6.4.1	Exemplo . . . . .	115
6.5	Perfil do Utilizador . . . . .	115
6.5.1	Exemplo . . . . .	117
6.6	Conclusão . . . . .	120
<b>7</b>	<b>Descrição do Sistema <i>BIAS</i></b>	<b>123</b>
7.1	Arquitectura . . . . .	123
7.1.1	Agente Directório . . . . .	124
7.1.2	Agente Intermediário . . . . .	125
7.1.2.1	Construção e Disponibilização de uma Ontologia . . .	125
7.1.2.2	Discutir Requisitos e Aconselhar . . . . .	127
7.1.2.3	Construir Comunidades e Estereótipos . . . . .	128
7.1.2.4	Negociar com as Seguradoras . . . . .	130
7.1.3	Agente Seguradora . . . . .	131
7.1.4	Agente Cliente . . . . .	132
7.1.4.1	Dialogar com o Agente Intermediário . . . . .	134
7.1.4.2	Construir o Perfil do Utilizador . . . . .	134
7.1.4.3	Auxiliar o Cliente na Selecção de uma Proposta . . . .	135
7.2	Implementação . . . . .	136
7.2.1	Plataforma de Comunicação . . . . .	136
7.2.2	Arquitectura BDI . . . . .	138
7.2.3	Formulação das Propostas . . . . .	139
7.2.3.1	Formulação da Proposta Inicial . . . . .	139

7.2.3.2	Formulação das Contra-propostas . . . . .	140
7.3	Conclusão . . . . .	142
<b>8</b>	<b>Avaliação do Sistema <i>BIAS</i></b>	<b>145</b>
8.1	Apoio na Decisão . . . . .	145
8.1.1	Cenário 1 . . . . .	147
8.1.1.1	Estereótipos e Pedido Inicial . . . . .	147
8.1.1.2	Propostas Iniciais das Seguradoras . . . . .	150
8.1.1.3	Análise das Propostas Recebidas . . . . .	150
8.1.1.4	Perfil do Utilizador . . . . .	151
8.1.1.5	Negociação . . . . .	152
8.1.1.6	Actualização dos Estereótipos . . . . .	153
8.1.2	Cenário 2 . . . . .	154
8.1.2.1	Pedido Inicial . . . . .	154
8.1.2.2	Análise das Propostas Recebidas . . . . .	154
8.1.2.3	Negociação . . . . .	155
8.1.3	Conclusões . . . . .	157
8.2	Formação dos Estereótipos . . . . .	158
8.3	Evolução dos Estereótipos . . . . .	161
8.4	Outras Avaliações . . . . .	164
8.5	Conclusão . . . . .	166
<b>9</b>	<b>Conclusão</b>	<b>167</b>
9.1	Síntese . . . . .	167
9.2	Trabalho Futuro . . . . .	170
9.3	Considerações Finais . . . . .	172
<b>A</b>	<b>Anexo</b>	<b>175</b>
A.1	Ontologia . . . . .	175
A.2	Mensagens Trocadas . . . . .	181

A.3 Registo da Negociação . . . . .	186
<b>Referências</b>	<b>199</b>

# Lista de Tabelas

3.1	Sistemas de comércio electrónico e o modelo CBB . . . . .	55
7.1	Operadores de diálogo disponíveis para o <i>Agente Intermediário</i> . . . . .	128
7.2	Operadores de diálogo disponíveis para o <i>Agente Cliente</i> . . . . .	134

# Lista de Figuras

5.1	Protocolo de negociação . . . . .	94
6.1	Adicionar o utilizador $U_1$ . . . . .	110
6.2	Adicionar o utilizador $U_2$ . . . . .	111
6.3	Adicionar o utilizador $U_3$ . . . . .	111
6.4	Adicionar o utilizador $U_4$ . . . . .	112
6.5	Adicionar o utilizador $U_5$ . . . . .	113
6.6	Adicionar o utilizador $U_6$ . . . . .	113
7.1	Arquitectura do sistema de mediação electrónica de seguros . . . . .	124
7.2	Ontologia: como definir uma proposta . . . . .	126
7.3	Comunidades de utilizadores e respectivos estereótipos . . . . .	129
7.4	Definição de um produto de seguros . . . . .	133
7.5	Catálogo disponibilizado pelo <i>Agente Cliente</i> . . . . .	135
8.1	Mensagens trocadas entre o <i>Agente Cliente</i> e o <i>Agente Intermediário</i> . . . . .	148
8.2	Hierarquia gerada pelo COBWEB (três primeiros níveis) . . . . .	159
8.3	Cobertura dos estereótipos gerados, no segundo nível da hierarquia . . . . .	159
8.4	Cobertura dos estereótipos gerados, no terceiro nível da hierarquia . . . . .	160
8.5	Comunidade de pilotos aviadores gerada pelo COBWEB . . . . .	161
A.1	Agente Cliente requisita ajuda do Agente Intermediário . . . . .	181
A.2	Envio do estereótipo ao Agente Cliente . . . . .	182
A.3	Pedido inicial enviado pelo Agente Cliente . . . . .	183

A.4 Proposta de $AS_1$ enviada no final da primeira ronda . . . . .	184
A.5 Diálogo para satisfação de restrições . . . . .	185

# Lista de Algoritmos

1	Classificação das propostas recebidas . . . . .	98
2	COBWEB . . . . .	109
3	Construção dos estereótipos . . . . .	114
4	Construção do perfil do utilizador . . . . .	117

# Resumo

Os mercados electrónicos de seguros são dominados pela combinação de propostas estáticas com políticas de preços fixos, excluindo o intermediário. Esquemas de ofertas estáticas assumem que todos os utilizadores possuem os mesmos requisitos, o que pode não satisfazer as necessidades de todos os potenciais clientes. Esta situação restringe a competição entre seguradoras, limitando a sua flexibilidade na concepção de produtos e na negociação e, simultaneamente, é disponibilizada aos clientes uma escolha limitada de produtos disponíveis. Ao excluir o intermediário o comércio electrónico de seguros torna-se impessoal e é significativamente reduzida a capacidade do cliente avaliar todas as ofertas e fundamentar a sua escolha.

Nesta dissertação apresentamos um sistema distribuído, baseado em agentes inteligentes, que torna possível o comércio electrónico de seguros. Cada seguradora possui um controlo total dos seus agentes, assegurando que toda a sua informação estratégica permanece confidencial. O objectivo é suportar a oferta de um conjunto de produtos e serviços de várias seguradoras, sem existir a necessidade de modificar ou simplificar estes produtos e serviços em formatos rígidos, para que possam ser comercializados na Web.

No centro da função de mediação fornecida, usamos técnicas de agrupamento conceptual na organização de utilizadores em grupos com características comuns (*comunidades*), bem como uma métrica específica na extracção de uma caracterização dos grupos gerados (*estereótipos*), como uma abordagem para melhor fazer corresponder as necessidades dos clientes às ofertas das seguradoras.

O processo de negociação entre o intermediário e as diversas seguradoras, traduz-se numa negociação multi-atributo, iterativa, com características apropriadas ao contexto de um mercado electrónico de seguros, nomeadamente a privacidade da informação e a capacidade de aprendizagem.

Para o cliente a possibilidade de delegar responsabilidades na procura do produto que melhor se adequa às suas necessidades, traduz-se numa diminuição significativa do tempo necessário para encontrar um produto e na melhoria das propostas recebidas.

Desenvolvemos o sistema *BIAS* (Brokerage for Insurance - an Agent-based System), baseado no sistema multi-agente proposto, explorando a plataforma *Bee-gent*, desenvolvida pela Toshiba. Por questões de aceitação e generalização, o XML (baseado

numa ontologia adequada) foi escolhido como o formato de comunicação entre os agentes.

# Abstract

Electronic insurance markets are dominated by the combination of static offer plus fixed pricing policies, excluding the broker. Static offer schemes assume that all users have the same criteria, which may not meet the requirements of all potential buyers. This situation constrains competition between insurers, limiting its flexibility in product design and negotiation, providing customers with a more limited choice of products. By excluding the broker, electronic insurance commerce becomes impersonal and reduces customer's ability to evaluate all the proposals and to ground his choice.

In this thesis we present an agent based distributed system for an electronic insurance market. Each insurer has full ownership of their agents, ensuring that their strategic information remains confidential. The goal is to support distribution of a full range of insurance products from several insurers, without the need to modify or constrain them for supply on the Web.

In the core of the provided brokering facility, we are using conceptual clustering procedures in the identification of users' groups with similar characteristics (*communities*), as well as a specific metric to characterise the generated groups (*stereotypes*), as an approach to better match customer's needs to insurance products offers.

The negotiation process, between the broker and several insurers, turns into an iterative multi-attribute negotiation, with appropriated characteristics to the electronic insurance market context, namely information privacy and learning.

To customers, the ability to delegate responsibilities in the search of the product that better matches their needs, turns into a major reduction in the time needed to find a product and in an improvement of the received proposals.

We developed the system BIAS (Brokerage for Insurance - an Agent-based System), specifically dedicated to the insurance e-commerce domain, exploiting Toshiba's Beegent framework. For both acceptability and generalisation purposes, XML (including appropriated ontology-based messages) has been chosen as our agent communication format.

# Capítulo 1

## Introdução

Este capítulo pretende fornecer ao leitor uma visão global do trabalho desenvolvido e reportado na presente dissertação. Após uma breve exposição do tema, são descritas as principais motivações que nos levaram a desenvolver este trabalho. Por último, é apresentada a estrutura da dissertação.

### 1.1 Tema

O tema abordado nesta tese refere a aplicação de sistemas multi-agente na mediação electrónica de seguros, incidindo no uso de metodologias avançadas de negociação, na construção de comunidades numa população de utilizadores e na extracção de estereótipos dessas comunidades.

O comércio electrónico assume, cada vez mais, um papel central na maioria das organizações. As companhias seguradoras não são excepção. Mas à medida que a Web continua a crescer a um ritmo exponencial, torna-se cada vez mais difícil e moroso aos utilizadores desses sítios Web de comércio electrónico encontrar a informação que desejam, de uma forma coerente.

Na maioria das actuais aplicações de comércio electrónico os compradores são, normalmente, humanos que pesquisam um catálogo de produtos bem definidos (computadores, livros, CDs) e realizam compras com preço fixo. No entanto, existem diferenças importantes entre a venda deste tipo de produtos e a venda de produtos e serviços de seguros pela Internet, tornando as aplicações existentes inapropriadas ao comércio electrónico de seguros. Este trabalho explora algumas dessas diferenças, tanto na perspectiva dos clientes como na das seguradoras e descreve o desenvolvimento de um sistema multi-agente que permite que os produtos e serviços oferecidos pelas companhias seguradoras sejam melhor avaliados e seleccionados.

Aumentando o grau de sofisticação da automação, tanto do lado do cliente como

do lado das seguradoras, o comércio torna-se muito mais dinâmico, personalizado e sensível ao contexto. O cliente passa a ter a possibilidade de encontrar informação mais interessante e de melhor qualidade, inclusive pormenores desconhecidos à partida, que podem alterar todo o seu pedido inicial. Por outro lado, o sistema de comércio electrónico, com o seu íntimo conhecimento sobre as características do cliente e do que este deseja, pode diminuir o tempo necessário para encontrar um produto de seguros apropriado. As seguradoras podem usar informação, automaticamente recolhida durante a negociação, para desenvolverem uma estratégia de publicidade orientada a grupos de consumidores e oferecerem produtos personalizados.

Para atingir este grau de automação é necessário recorrer a um novo modelo de software. Este modelo é baseado na noção de agentes inteligentes, originando um novo tipo de *comércio electrónico mediado por agentes*. Um agente é um programa de software que actua em representação de uma entidade para atingir determinados objectivos.

Enquanto tenta atingir os seus objectivos, um agente terá de interagir com outros agentes presentes no mercado. Esta interacção pode variar desde simples trocas de mensagens a formas mais elaboradas de interacção social, como negociação em representação de uma entidade, cooperação com outros agentes, etc..

Adicionalmente a compradores e vendedores, o intermediário surge como actor relevante em aplicações de comércio electrónico. A função principal do intermediário é juntar compradores e vendedores num mercado electrónico e fazer corresponder as necessidades dos compradores às capacidades dos vendedores. Neste trabalho é proposto um mediador como actor principal do sistema implementado. Irá mediar a interacção entre clientes e seguradoras, tentando encontrar o produto mais adequado às necessidades específicas do cliente a um preço aceitável para ambas as partes.

## 1.2 Motivação

A descrição do problema da mediação no comércio electrónico de seguros foi apresentado por Alan Fish da *Applied Intelligence*, numa sessão da *AgentLink* sobre comércio electrónico, que decorreu em Praga em Julho de 2001. Nesta sessão foi apresentada por Eugénio Oliveira uma proposta de resolução deste problema. Essa proposta estimulou a discussão sobre os aspectos envolvidos na implementação de um sistema multi-agente para a mediação electrónica de seguros. Alguns destes aspectos são descritos nos parágrafos seguintes.

A maioria dos sítios Web que oferecem a venda de seguros são canais directos de vendas. São implementados pelas seguradoras, vendendo directamente ao cliente, excluindo o intermediário. Esta é uma situação surpreendente, uma vez que os intermediários fornecem um serviço valioso, tanto a clientes como seguradoras. Uma das razões pode ser a dificuldade de automatizar alguns dos papéis de um intermediário

electrónico de seguros:

- Reunir e filtrar informação sobre os produtos disponíveis no mercado.
- Discutir os requisitos do cliente e prestar aconselhamento.
- Negociar os detalhes do produto com as seguradoras, em nome do cliente.
- Estabelecer o contrato final envolvendo o cliente e a seguradora seleccionada.

Os sítios Web que actualmente oferecem um serviço de mediação fazem-no à custa de uma extrema simplificação do problema, padronizando os produtos que as seguradoras podem oferecer através dos seus serviços. O papel do intermediário é reduzido a uma recolha de informação padronizada do cliente e oferta de produtos semelhantes por parte das seguradoras. Esta situação restringe a competição entre seguradoras, limitando a sua flexibilidade na concepção de produtos e negociação e oferece aos clientes uma escolha limitada de ofertas, que podem não satisfazer todos os seus requisitos.

Adicionalmente, estes sítios Web não oferecem o aconselhamento suficiente para permitir que o cliente possa efectuar uma decisão informada. Fornecer informação durante o processo de aquisição ou uma página adicional com a descrição das coberturas não é suficiente. A maioria dos clientes espera que o intermediário os ajude a definir as suas necessidades, a seleccionar um produto e a interagir com as diversas seguradoras.

Acreditamos que a tecnologia de agentes pode fornecer a flexibilidade necessária às seguradoras permitindo-lhes, através da negociação, personalizar as suas ofertas de acordo com as características particulares de um dado cliente. Um agente é uma entidade computacional e, como tal, capaz de tratar grandes volumes de informação. É uma entidade autónoma, que possui objectivos próprios e, como tal, capaz de representar os interesses de um participante do mercado. Um agente é também uma entidade com capacidade de comunicação, logo capaz de dialogar com os outros participantes do mercado. E um agente é ainda uma entidade racional, logo capaz de negociar os termos de uma transacção comercial, com base nos seus objectivos próprios.

Neste trabalho, é proposta a utilização de um sistema multi-agente para a mediação electrónica de seguros, onde agentes representam o intermediário, clientes e companhias seguradoras individuais, entidades autónomas e heterogéneas, que possuem os seus próprios objectivos e métodos de resolução de problemas.

No entanto, a construção de um sistema multi-agente de mediação electrónica de seguros exige o tratamento de cinco áreas fundamentais:

**Representação:** Como definir produtos e requisitos num formato comum que possa ser aceite por todos os participantes no mercado e suficientemente rico para incorporar toda a funcionalidade exigida.

**Actualização do mercado:** Como permitir que sejam adicionados novos produtos e requisitos ao mercado. Como lidar com actualizações e alterações nos produtos existentes.

**Filtragem:** Como fazer corresponder requisitos dos utilizadores a um conjunto de ofertas das seguradoras que satisfaçam esses requisitos.

**Interacção:** Como definir as formas de interacção entre clientes e seguradoras de modo a que ambas as partes cheguem a um acordo sobre os parâmetros de um produto de seguros.

**Estabelecer um contrato:** Após um acordo, como estabelecer um contrato que garanta a satisfação de ambas as partes.

Neste trabalho fornecemos propostas de resolução dos quatro primeiros problemas. O estabelecimento de um contrato, e posterior avaliação do seu cumprimento pelas partes envolvidas, não foi objecto de estudo. Está, no entanto, planeado o seu futuro tratamento.

Este trabalho encontra-se parcialmente descrito e publicado em [41][42][43].

### 1.3 Estrutura da Tese

Esta tese encontra-se organizada em 9 capítulos.

O segundo capítulo, **Seguros**, descreve o conceito de seguro e o papel da mediação no mercado segurador. São analisadas as alterações provocadas pelo surgimento das novas tecnologias de informação e descritos os modelos de negócio mais comuns que tiram partido destas novas tecnologias.

O terceiro capítulo, **Comércio Electrónico**, explora o conceito de comércio electrónico e apresenta as especificidades do comércio electrónico de seguros, descrevendo o seu estado actual.

O quarto capítulo, **Sistemas Multi-Agente**, além de uma descrição geral das técnicas relacionadas com os sistemas multi-agente, apresenta a arquitectura de um sistema multi-agente apropriado para a mediação electrónica de seguros.

As metodologias de negociação em sistemas multi-agente são objecto de estudo no quinto capítulo, **Negociação**, onde é também exposto o protocolo de negociação usado na negociação de produtos de seguros. Esse protocolo inclui uma avaliação multi-atributo e qualitativa dos produtos em negociação.

O sexto capítulo, **Modelação de Utilizadores**, é analisada a exploração de técnicas de aprendizagem automática na modelação dos clientes de um mercado electrónico de seguros, nomeadamente a organização de utilizadores em grupos com características

comuns (*comunidades*) e a extracção de um significado dos grupos gerados (*estereótipos*). É ainda descrito o processo de formação dos perfis individuais dos utilizadores.

O sistema *BIAS* (Brokerage for Insurance - an Agent-based System) implementa as características de negociação e modelação dos clientes descritas nos capítulos anteriores e é descrito no sétimo capítulo, **Descrição do Sistema *BIAS***.

O oitavo capítulo, **Avaliação do Sistema *BIAS***, apresenta alguns resultados experimentais obtidos com o sistema implementado.

O nono capítulo, **Conclusão**, é uma breve reflexão do autor, relativa ao trabalho desenvolvido na presente dissertação, sendo enumeradas algumas limitações e perspectivas de desenvolvimento futuro. Segue-se a lista de toda a bibliografia referenciada neste documento.



# Capítulo 2

## Seguros

Os avanços nas tecnologias de informação marcaram o início de uma revolução no mercado de seguros. Apesar da transição para um comércio electrónico pleno estar ainda na sua infância, os efeitos dos negócios electrónicos no mercado segurador são objecto de um intenso debate na indústria dos seguros. Diversas seguradoras estão a implementar as novas possibilidades trazidas pelas novas tecnologias de informação e a testar modelos de negócio inovadores. No entanto, estranhamente, muitos destes modelos excluem o mediador, ignorando o seu serviço de valor acrescentado quer para clientes quer para seguradoras.

Neste capítulo é apresentado o conceito de seguro e o papel da mediação no mercado de seguros. São analisadas as alterações provocadas pelo surgimento das novas tecnologias de informação e descritos os modelos de negócio mais comuns que tiram partido destas novas tecnologias. É ainda incluída uma apresentação do estado da arte nos sistemas de comércio electrónico de seguros.

### 2.1 Contrato de Seguro

Pode definir-se um seguro como um contrato entre um cliente e uma companhia de seguros, através do qual é possível garantir que, em determinadas circunstâncias, o segurado terá um suporte financeiro suplementar. Existem diversos tipos de seguros, classificados pelas seguradoras em *ramo vida* e *ramo não-vida*. O primeiro inclui os seguros temporários de vida, seguros de capitalização, seguros mistos e seguros de poupança-reforma. O ramo não-vida inclui o seguro automóvel, o seguro de incêndio, o de responsabilidade civil, o multiriscos, o de acidentes pessoais e os de saúde.

É, por vezes, usada uma outra classificação:

**Seguros de risco (patrimoniais e pessoais):** São os que garantem uma indemnização, ao segurado ou a terceiros, em caso de determinados danos corporais,

materiais ou morais.

**Seguros com componente de poupança:** São os conhecidos planos poupança-reforma e seguros de capitalização, verdadeiros investimentos que devem ser analisados como produtos financeiros.

## 2.1.1 Elementos de um Contrato

### 2.1.1.1 Quem é Quem?

A pessoa que contrata o seguro, o *tomador*, paga à seguradora um certo montante, a que se chama *prémio*, em troca da cobertura de eventuais danos que possam afectar o *segurado*, os seus bens, ou que possam ser da sua responsabilidade. Normalmente, o segurado e o tomador são a mesma pessoa, mas nem sempre é assim. Se ocorrer um sinistro previsto nas coberturas da apólice, o segurado, ou quem este tiver designado como *beneficiário*, recebe a indemnização prevista no contrato. Nos seguros de responsabilidade civil são os lesados que recebem o valor da indemnização.

### 2.1.1.2 Apólice

É o contrato do seguro, emitido depois de a proposta ter sido assinada pelo tomador e, em alguns casos, pelo segurado (se não forem a mesma pessoa) e aceite pela seguradora. A apólice contém as obrigações e os direitos de ambas as partes, divididos em:

**Condições gerais:** São as cláusulas contratuais de base que definem e regulamentam as obrigações gerais do tomador e da seguradora. Incluem ainda outras informações, como o âmbito territorial e a definição de alguns conceitos utilizados na apólice.

**Condições especiais:** São cláusulas que só existem em algumas apólices e vêm completar as condições gerais relativamente às coberturas visadas. As condições especiais servem também para incluir garantias facultativas ou outras condições específicas acordadas pelas duas partes. Sempre que existir uma contradição entre o texto das condições gerais e o das condições especiais, por exemplo, ao nível do que está ou não excluído, é este último que vigora.

**Condições particulares:** São todas as informações relativas ao tomador, ao segurado e ao(s) beneficiário(s), dados sobre o capital e bens seguros, tal como outras indicações essenciais, que incluem o objecto do seguro, prémio, data(s) de pagamento e duração do contrato, etc..

### 2.1.1.3 Sinistros e Indemnizações

Quando se verifica uma situação coberta pela apólice, estamos perante um *sinistro*, que a companhia deve reparar mediante o pagamento de uma *indemnização*. Quem recebe a indemnização é o beneficiário, que tanto pode ser o próprio segurado como qualquer outra pessoa. No caso dos seguros de vida, os beneficiários são, normalmente, os herdeiros do segurado. Num seguro de responsabilidade civil automóvel são as vítimas do acidente ou os seus familiares que recebem a indemnização.

Na maioria dos casos, não ocorre qualquer sinistro e as coberturas do seguro não são utilizadas. É aqui que assenta a rentabilidade das companhias seguradoras. O consumidor paga o prémio sem receber qualquer indemnização, embora exista a compensação do sentimento de segurança perante eventuais riscos.

## 2.2 Características de um Seguro

### 2.2.1 Confiança

O mercado segurador é altamente dependente da confiança. A seguradora estabelece um prémio para um dado seguro com base na informação fornecida pelo cliente. Mesmo que alguma desta informação possa ser verificada pela seguradora, a maioria da informação é aceite, confiando na veracidade da informação fornecida pelo cliente.

O segurado também deposita confiança na seguradora. O prémio é pago antecipadamente, sob o acordo de que uma eventual participação de um acidente durante o período de vigência do contrato será indemnizada.

### 2.2.2 Complexidade

Os seguros são um produto complexo. Uma apólice tem garantias, condições e exclusões que adicionam detalhe ao produto anunciado pela seguradora. Torna-se assim muito mais complicado fazer corresponder os dados de um cliente a um produto financeiro apropriado do que, por exemplo, encontrar as lojas electrónicas que vendem um dado livro.

A necessidade das seguradoras reconhecerem o risco e de os clientes entenderem as características, benefícios, condições e exclusões dos produtos propostos origina um diálogo substancial entre ambas as partes.

Tipicamente, as características de um seguro, tais como o prémio e os seus benefícios, não são fixas, variando de acordo com a informação disponibilizada pelo cliente. De facto, as características do contrato dependem do perfil de risco do cliente. A

seguradora necessita de avaliar a informação disponibilizada pelo cliente, enquanto que este possui um conjunto de exigências sobre o produto pretendido.

### 2.2.3 Confidencialidade

O diálogo mencionado anteriormente envolve informação confidencial. Quase todos os exemplos de comércio electrónico envolvem a transmissão de informação confidencial, nomeadamente, detalhes de pagamento. No entanto, esta informação pode ser apenas dada a conhecer pelo cliente após a decisão final ter sido tomada. Este não é o caso dos seguros, uma vez que as seguradoras necessitam desta informação no início da negociação, de forma a efectuarem as suas propostas.

Existe aparentemente um conflito entre o desejo da seguradora de receber informação detalhada antes de enviar uma proposta e o desejo do consumidor de limitar a disseminação de informação confidencial. Este é um problema para mercados que pretendem pôr um consumidor em contacto com diversas seguradoras. Em [19] foi proposto um diálogo por fases, no qual era gradualmente trocada informação detalhada. Em qualquer momento do diálogo qualquer um dos intervenientes (cliente ou seguradora) podia decidir terminar a troca de informação porque os produtos negociados não satisfaziam as necessidades do cliente ou porque a informação fornecida pelo cliente traduzia-se num risco que a seguradora não estava disposta a correr.

As seguradoras devem participar neste diálogo, não num sistema centralizado com outras seguradoras, mas recorrendo aos seus próprios sistemas, permitindo que os seus algoritmos de negociação se mantenham privados.

## 2.3 A Mediação de Seguros

A mediação é um dos canais mais importante na angariação de seguros e, por isso, ao longo dos últimos anos tem-se assistido a grandes alterações nesta área por parte dos legisladores, com o objectivo de adequar esta actividade às constantes exigências do mercado. Uma dessas exigências verificadas é a da especialização por parte do mediador num dos dois grandes ramos da actividade seguradora - o *ramo vida* e o *ramo não-vida*.

A mediação de seguros está regulamentada pelo Decreto-Lei n. 388/91, de 10/10, que descreve a mediação de seguros como sendo uma actividade remunerada, tendente à realização, assistência de contratos de seguro directo, operações de capitalização e fundos de pensões entre pessoas singulares ou colectivas e as seguradoras (norma 17/94R). A actividade de mediação de seguros é uma actividade directa e não pode ser exercida através de outra pessoa para além daquela que esteja inscrita no Instituto de Seguros de Portugal com essa finalidade, a de angariação e assistência de contratos.

Se fizermos uma retrospectiva aos últimos anos, verificamos facilmente que a mediação de seguros é uma actividade sistematicamente rotulada como “condenada a desaparecer”. Com efeito, são constantes os maus presságios que pairam sobre o sector - desde o desenvolvimento do fenómeno da “bancassurance” e de todos os chamados canais alternativos ou novos canais de distribuição - levando os mais pessimistas a anunciar o fim desta actividade. No entanto, a mediação possui características específicas de intervenção, que se traduzem numa indispensável prestação de serviços, quer ao consumidor, quer às companhias seguradoras.

E tal verifica-se, em primeiro lugar, porque a mediação é muito mais do que simples canal de distribuição. De facto, a mediação de seguros, longe de se limitar a adquirir produtos às seguradoras para depois os distribuir, adquire sim a “matéria prima” na origem para depois a transformar, adaptando-a às reais necessidades do consumidor a quem se destinam. Esta primeira intervenção, já representa um significativo valor acrescentado.

Em segundo lugar, o momento chave do contrato de seguro verifica-se quando ocorre um sinistro e é precisamente nesse momento que a intervenção do mediador se torna fundamental para o cliente, mas também para a seguradora. Esta segunda intervenção volta a confirmar um significativo valor acrescentado trazido pela mediação ao mercado dos seguros.

O actual modelo adoptado pelas seguradoras, ao vender directamente aos clientes nos seus sítios Web, apresenta características que, na nossa opinião, o fragilizam:

- Oferta impessoal.
- Informação limitada sobre o produto e o contrato que lhe está subjacente.
- Pulverização da oferta.

O último destes itens, do ponto de vista do consumidor, será talvez o mais complexo. Como irá o consumidor avaliar todas as ofertas e fundamentar a sua escolha?

Devemos então tirar proveito das potencialidades que nos oferecem as novas tecnologias, interligando-as e pondo-as ao serviço das características naturais de um mediador de seguros e que o afirmam como interventor indispensável do negócio dos seguros:

- Independência
- Transparência
- Serviço personalizado

### 2.3.1 Intervenientes

O processo de mediação de seguros envolve três tipos de intervenientes: consumidores, companhias seguradoras e intermediário.

#### 2.3.1.1 Clientes

O cliente normalmente pretende adquirir um seguro para cobrir determinados riscos. O seu pedido poderá ser incompleto e incerto e, provavelmente, o cliente não terá conhecimento de todas as opções disponíveis. No entanto, o cliente pode estar preparado para relaxar determinados atributos durante a negociação.

Espera ajuda e aconselhamento do intermediário na definição das suas necessidades, na selecção de um produto e na interacção com as seguradoras, sempre tendo as suas preferências em consideração.

#### 2.3.1.2 Seguradoras

Cada companhia seguradora oferece um número variado de produtos, cobrindo diferentes riscos e destinados a diferentes grupos de consumidores. Cada produto só está disponível a clientes que satisfaçam um complicado conjunto de regras, destinadas a minimizar o risco da seguradora. Os seus produtos são normalmente configuráveis, permitindo ao cliente, por exemplo, definir o montante de cada tipo de cobertura e um leque variado de extras.

O prémio cobrado pela seguradora tem em consideração as características do cliente e do risco segurado, bem como a configuração do produto.

#### 2.3.1.3 Intermediário

O intermediário medeia a interacção entre clientes e seguradoras, tentando encontrar para cada cliente o produto adequado às suas necessidades a um preço aceitável para ambas as partes. Para realizar este papel, um intermediário necessita executar quatro tarefas distintas, embora relacionadas:

- Reunir e filtrar informação sobre os produtos disponíveis no mercado.
- Discutir os requisitos do cliente e prestar aconselhamento.
- Negociar os detalhes do produto com as seguradoras, em nome do cliente.
- Estabelecer o contrato final envolvendo o cliente e a seguradora seleccionada.

## 2.4 O Impacto da Internet nos Seguros

O impacto que a Internet e as tecnologias a ela associadas demonstram nos modelos organizacionais e empresariais das seguradoras é substancial. O desafio para a indústria é o de aproveitar estas alterações de forma a maximizar o retorno do investimento.

Existem vários componentes chave que a Internet veio alterar. Estes incluem:

**Vendas e publicidade:** A Internet permite uma comunicação rápida dos dados sobre vendas e publicidade. Isto pode ser utilizado quer para completar uma transacção electronicamente ou para suportar o esforço de outro canal de distribuição, como o agente ou corretor independente.

**Angariação de clientes:** A Internet representa um meio substancialmente mais barato de alcançar novos e actuais clientes de uma forma mais eficiente.

**Seleção do risco:** A melhoria das bases de dados *online* permite uma selecção e avaliação de riscos mais barata e mais precisa. A transparência dos preços significa que o cliente pode comparar as tarifas mais facilmente. Na ausência de quaisquer aspectos de valor acrescentado de um produto particular, o consumidor tenderá a escolher a tarifa mais baixa disponível para cobrir um determinado risco. A concorrência em termos de taxas deverá assim intensificar-se. A seguradora não poderá continuar a basear-se tanto na ineficiência tarifária e na ignorância/inércia dos clientes para obter lucros acima do normal em determinados riscos.

**Tratamento de pedidos de indemnização:** Principalmente nos ramos não-vida, a Internet pode reduzir os custos de tratamento de pedidos de indemnização de duas formas. Em primeiro lugar, uma plataforma de processamento de pedidos de indemnização totalmente automatizada, substituindo um sistema baseado em papel, reduz o tempo e o custo envolvido no pagamento dos pedidos. A segunda forma prende-se com o potencial da Internet para melhorar os custos de pagamento dos seguros dando acesso a melhor informação sobre os preços de bens e serviços de substituição.

**Processos internos:** Tanto nos seguros do ramo vida como nos do ramo não-vida, tal como é o caso da maior parte dos sectores, a Internet tem a capacidade de reduzir os custos operacionais através de processos de automatização.

**Desenvolvimento do pessoal e conhecimento dos produtos:** As soluções de *e-learning* baseadas na Web permitem manter os colaboradores e os agentes actualizados.

## 2.5 Modelos de Negócio na Internet

Com base nos avanços da tecnologia foram desenvolvidos novos modelos de negócio. A maioria dizem respeito à distribuição de seguros, mas existem também modelos inovadores no que toca à totalidade da cadeia de valor. Como um extenso número de companhias e novos modelos de negócio surgem frequentemente no mercado, a descrição seguinte não pretende ser exaustiva. Uma descrição mais detalhada sobre os modelos de negócio electrónico de seguros podem ser encontrados em [15].

### 2.5.1 Suporte de Publicidade

O suporte à publicidade é o primeiro passo na direcção do comércio electrónico para a maioria das seguradoras. Muitos destes sítios Web são plataformas desenhadas para informar os clientes e apresentar os produtos e serviços da respectiva companhia seguradora. Normalmente oferecem possibilidade de entrar em contacto com a companhia por correio electrónico ou por telefone.

Estas companhias encontram-se fortemente dependentes da sua rede de agentes. A sua estratégia para a Internet está, portanto, dirigida a reforçar o seu canal de distribuição tradicional.

O sítio Web da *Axa Portugal* [52] é um bom exemplo deste modelo. Este sítio é pouco mais do que uma versão *online* de um catálogo passivo dos produtos oferecidos pela companhia.

### 2.5.2 Venda *Online* de Produtos

O segundo passo no caminho normalmente seguido pelas seguradoras é proporcionar a venda de produtos de seguros nos seus sítios Web. Este é o estado mais avançado de comércio electrónico para a maioria das companhias seguradoras. Para algumas companhias este pode ser o seu principal objectivo em relação ao comércio electrónico. Este modelo tende a disponibilizar produtos muito simples e a especializar-se num pequeno conjunto de produtos.

O *Webinsurance* [69] é um canal de vendas dedicado exclusivamente a produtos de seguros de companhias do grupo *Winterthur*, parte do *Credit Suisse Group*. Permite que os clientes conheçam o prémio a pagar pelos produtos e serviços comercializados, bem como informação relacionada com as necessidades financeiras dos clientes. Este serviço está disponível na Alemanha, Bélgica, Espanha, Estados Unidos, França, Itália, Portugal, Reino Unido, Suíça e vários outros países.

O sítio Web é usado como forma de entrada para todas as companhias do grupo. Todos os países estão conectados a uma plataforma comum. Isto apresenta algumas

dificuldades na concepção do “produto certo”. A maior complexidade dos produtos do ramo vida e os diferentes sistemas de seguros entre os vários países torna mais difícil a oferta de produtos comuns. É interessante examinar os sítios Web em diferentes países e considerar a sua consistência em termos de comunicação e produtos. É também importante reparar como as companhias estão a usar os produtos de áreas mais vendidas, como os seguros de viagem, para atrair clientes para outros produtos e a focar a sua estratégia publicitária para clientes que terão maior probabilidade de adquirir estes produtos.

### 2.5.3 Portais de Produtos

Os portais são um dos modelos mais usados na oferta de produtos financeiros através da Internet. Proporcionam aos seus utilizadores o acesso a produtos de diversas companhias seguradoras, de diversos grupos. O seu objectivo é criar um nome conceituado no mercado de venda de produtos de seguros pela Web. Essa posição relevante encoraja as visitas de potenciais clientes, potenciando as comissões geradas pela venda de produtos das companhias participantes.

*Pivot.com* [51] é um portal de produtos que representa mais de 100 companhias seguradoras. Para além de permitir que os clientes tenham acesso a um cálculo do prémio a pagar fornece informação geral sobre seguros. Os clientes são contactados por um agente de seguros da companhia escolhida, após terem enviado, com sucesso, a sua proposta.

### 2.5.4 Portais Ponto de Venda

Determinados acontecimentos são uma boa oportunidade para oferecer um conjunto de produtos complementares. Certos sítios Web exploram esta característica através da oferta de produtos de seguros enquanto vendem produtos como carros ou fornecem informação sobre saúde ou educação.

*BabyCenter* [3] oferece orientação e conselhos práticos de um conjunto de especialistas sobre o nascimento de uma criança, incluindo informação detalhada sobre seguros de vida e invalidez. Este sítio Web contém ligações para diferentes produtos, de diferentes seguradoras. Devido às necessidades particulares dos seus visitantes, o conceito do pacote de produtos é bastante apelativo.

### 2.5.5 Agregadores

Os modelos anteriores possuem todos a mesma desvantagem: o cliente não consegue comparar facilmente as propostas das diversas seguradoras. Os agregadores são sítios Web que oferecem aos seus clientes formas de comparar produtos básicos de diferentes

seguradoras. No entanto, esta comparação baseia-se apenas no prémio e, em alguns casos, na estabilidade financeira da companhia seguradora.

Este tipo de serviço tem conseguido gerar um número reduzido de vendas e necessita superar diversos problemas, entre eles:

- É bastante difícil para o consumidor extrair informação suficiente que o ajude na escolha do produto, apenas com a interacção existente.
- Diversos tipos de produtos são demasiado complexos para serem apresentados desta forma.
- Os clientes não demonstram nenhum tipo de fidelidade a este tipo de serviço.

O desafio para os agregadores é ganhar uma posição dominante no mercado e, assim, atrair um elevado número de seguradoras. A qualidade do serviço prestado será determinante para o seu sucesso.

O *InsWeb* [33] tenta ligar clientes e seguradoras, fornecendo aos clientes os seguros que estes precisam e às seguradoras os clientes que estas desejam. Representa diversas companhias, estando entre elas as mais respeitadas empresas da indústria dos seguros. O serviço prestado é efectuado da seguinte forma:

1. Requisição ao cliente de informação pessoal.
2. Ordenação das propostas das seguradoras.
3. Escolha de uma proposta.

O *InsWeb* recebe uma comissão sempre que um cliente escolhe uma proposta. O processo de aquisição do produto continua entre cliente e seguradora.

As companhias que implementam este modelo de negócio introduzem uma dimensão competitiva que os canais tradicionais de distribuição não oferecem. A melhor analogia na distribuição tradicional são os agentes de seguros. A principal diferença entre estes dois tipos é que o cliente tem acesso directo às opções disponíveis, perdendo, no entanto, o aconselhamento que um agente de seguros é capaz de fornecer. Actualmente a maioria destes sítios Web obtém as suas comissões através das seguradoras que usam a sua plataforma. Mas, dado o ambiente competitivo e a necessidade de maior independência, estes mercados virtuais terão necessariamente de obter as suas comissões através dos clientes.

### 2.5.6 Leilão Invertido

Neste modelo, o cliente é normalmente uma organização interessada num seguro de grupo. O cliente anuncia os seus requisitos e selecciona a melhor oferta das seguradoras interessadas no negócio.

Um bom exemplo deste modelo é o sítio Web *Priceline.com* [53]. O cliente especifica o que pretende e quanto é que está disposto a pagar e aguarda pelas propostas.

## 2.6 O Mercado Segurador em Portugal

Segundo a Associação Portuguesa de Seguradores o conjunto das seguradoras a operar no mercado português processou, no ano 2001, um volume total de prémios de seguro directo superior a 8 mil milhões de euros, que tem subjacente um crescimento de quase 14% face ao ano anterior.

O sector segurador recuperou em 2001 o padrão evolutivo da segunda metade da década de noventa, com uma expansão relativamente acentuada do seu segmento vida e um crescimento do segmento não-vida que acompanhou, basicamente, o da actividade económica nacional.

Em relação ao ramo vida, onde a taxa de crescimento ascendeu a 20%, vale a pena salientar o comportamento dos planos poupança reforma, que evidencia a crescente preocupação dos cidadãos com a sua protecção na idade da reforma, bem como o excepcional incremento dos seguros ligados a fundos de investimentos, que representam, na actual conjuntura, uma aposta clara do sector segurador e do sector financeiro em geral.

No segmento não-vida, o crescimento ficou-se pelos 7%, um ritmo mais moderado do que o do ano anterior.

No ramo acidentes e doença, onde se enquadram os seguros de acidentes de trabalho, a evolução da produção pouco superou os 7%, influenciada pelo abrandamento do crescimento dos seguros de saúde face aos anos anteriores.

Mais moderado foi o crescimento do ramo automóvel, penalizado, ao que tudo indica, por uma evolução mais lenta do parque automóvel seguro, mas também por um fenómeno de transferência de contratos que afecta o prémio médio por veículo do conjunto do mercado.

## 2.7 Trabalho Relacionado

### 2.7.1 ViMP

O sistema *Virtual Market Place* (ViMP)[19] pretende simular um mercado electrónico de seguros. É composto por uma rede de objectos que tentam fazer corresponder os requisitos do utilizador com os anúncios das seguradoras. Esta rede de objectos representa o mercado distribuído, sendo cada uma das camadas de objectos responsável por determinar a conveniência e disponibilidade dos produtos, seguindo cada fase de

um diálogo estabelecido entre clientes e seguradoras. Existe um gestor do mercado que controla o acesso à rede de objectos.

Em cada companhia seguradora existe uma ferramenta para definir os produtos que serão anunciados no mercado. Esta ferramenta permite descrever as características dos produtos, critérios de elegibilidade e algoritmo de preços. Outra ferramenta é usada para anunciar estes produtos no mercado. Um anúncio para cada produto é colocado nos objectos de cada camada. No entanto, o detalhe da informação diminui à medida que aumenta a distância ao sistema da seguradora. O sistema foi implementado apenas com duas camadas.

Um cliente inicia uma sessão através da página Web do mercado. Esta página apresenta ao utilizador cada fase do diálogo estabelecido com as seguradoras. Esta informação pode consistir em questões colocadas pelas seguradoras ou diversas propostas, de entre as quais o utilizador tem de escolher as que continuam nas rondas seguintes. À medida que este diálogo se torna mais detalhado o sistema avança no sistema de camadas. Mas, com apenas duas camadas, e por isso apenas duas fases do diálogo, o sistema primeiro recolhe informação sobre o utilizador e depois tenta fazer corresponder esta informação com os detalhes dos produtos anunciados pelas seguradoras. O resultado desta avaliação é depois mostrado ao utilizador como um conjunto de propostas. O sistema fornece ao cliente uma ferramenta para poder ordenar as propostas recebidas de acordo com vários critérios.

O diálogo por fases pretende que a informação trocada seja gradualmente mais detalhada. Permite que a qualquer ponto do diálogo cliente ou seguradoras decidam descontinuar o diálogo, porque os produtos oferecidos não agradam ao cliente ou a informação apresentada pelo cliente é tal que a seguradora não pretende continuar a efectuar propostas. Esta é, na nossa opinião, a melhor característica deste sistema. No entanto, este diálogo deveria ser automatizado. Se o número de camadas do sistema for aumentado, e portanto o número de rondas da negociação, o utilizador precisa de intervir diversas vezes com o sistema para obter um seguro. Não é, definitivamente, um processo muito prático.

A necessidade de uma definição comum da informação, a ser usada por todos os intervenientes, não foi considerada neste sistema. Este é, no entanto, um aspecto fundamental para o desenvolvimento de um mercado electrónico.

## 2.8 Conclusão

A Internet desempenha um papel importante na vida de muitas pessoas. Em casa, no trabalho e na escola exerce uma crescente influência na forma como aprendemos, comunicamos com os outros, fazemos compras, etc.. O impacto da Internet está a ser sentido em quase todas as áreas financeiras, incluindo na mediação de seguros.

Apenas há alguns anos atrás mesmo as seguradoras mais importantes não tinham sítios

Web. Hoje, quase todas possuem um sítio Web com um conteúdo e funcionalidade crescentes. Muitas delas vendem mesmo produtos de seguros pela Web.

É razoável esperar que a Internet se torne num canal viável de distribuição de seguros e apoio ao cliente. No entanto, actualmente apenas representa uma percentagem das transacções das seguradoras.

A Internet oferece à indústria seguradora um conjunto de oportunidades para alterar ou melhorar a forma como transaccionam e publicitam os seus produtos. As companhias seguradoras têm seguido diferentes caminhos para tentar tirar partido destas oportunidades. Existem diferenças nestas formas de negociar na Internet, que embora possam parecer subtis são um importante factor de distinção. Nalguns casos, os objectivos operacionais da empresa condicionam a sua estratégia para a Internet. Outras companhias seguradoras disponibilizam sítios Web, mas estes existem claramente como canais de publicidade. Outras podem até estar a possibilitar a venda *online* de produtos nos seus sítios Web, mas não estão a seguir uma estratégia coerente.

A maioria das seguradoras continua a desenvolver sítios Web que são estruturados com base na própria organização. São desenhados de acordo com as necessidades da companhia e não dos seus clientes. Os clientes terão de conseguir, por eles próprios, descobrir quais os passos a seguir naquele sítio Web para obter informação e adquirir um produto de seguros.

Outro problema que os visitantes de sítios Web de seguros enfrentam são o fraco conteúdo e apresentação da informação. É, muitas vezes, difícil encontrar a informação desejada e, quando finalmente a encontram, está muitas vezes incompleta e mal apresentada. A Internet oferece às companhias seguradoras enormes oportunidades de atrair novos clientes, auxiliar os visitantes na definição das suas necessidades e fornecer aconselhamento, mas estas oportunidades não estão a ser inteiramente aproveitadas.

Do ponto de vista dos clientes, existem quatro problemas básicos com os serviços disponibilizados na Web pelas seguradoras:

**Necessidade de introduzir muita informação:** O processo de adquirir um seguro pela Web não é, muitas vezes, mais fácil, rápido e preciso do que ter de deslocar-se ao escritório de um agente de seguros. Muitas seguradoras ainda tornam o processo mais complexo do que é necessário, colocando questões sobre dados que não são usados na elaboração de uma primeira proposta ou tornando todo o processo nada amigável para o utilizador.

**Falta de controlo por parte do cliente:** Muitos dos sítios Web anunciam que “apenas são necessários 10 minutos” para obter uma proposta. No entanto, o que eles parecem não perceber é que o cliente tem que perder esses 10 a 20 minutos em todos os sítios Web que visita. Os agregadores tentam resolver este problema dando a possibilidade ao cliente de obter diversas propostas apenas com uma introdução de dados. O problema é que muitos dos agregadores lidam com um número limitado de produtos, limitando o número de propostas que

podem fornecer. Para além disso, necessitam de colocar questões específicas a algumas das seguradoras, aumentando a quantidade de dados a introduzir. A comparação destes produtos é normalmente baseada apenas no preço, que pode não ser o factor mais importante na aquisição de um seguro.

**Exactidão das propostas e variação dos preços:** Os potenciais clientes investem muito tempo no processo de obtenção de propostas pela Web. Precisam de confiar na exactidão das propostas recebidas. No entanto, a maioria dos sítios Web frisa que a proposta que o cliente recebe é apenas uma estimativa, sujeita a revisão baseada em informação adicional. Este problema é exacerbado quando os clientes encontram preços diferentes para produtos idênticos entre companhias. Esta variação de preços reflecte diferentes critérios usados pelas seguradoras que podem não ser transparentes para os consumidores.

**Falta de apoio na decisão:** A maioria dos sítios Web que disponibilizam a venda de seguros *online* não oferece o aconselhamento suficiente para permitir que o cliente efectue uma decisão com confiança. Fornecer informação durante o processo de aquisição ou uma página adicional com a descrição das coberturas não é suficiente. Apenas os raros clientes que conhecem profundamente o mundo dos seguros se sentem confiantes na aquisição de um seguro pela Web.

A Internet é apenas uma ferramenta tal como o telefone, o fax ou o papel. A Internet, por si só, não irá mudar radicalmente a indústria dos seguros. Nem irá garantir o sucesso ou o falhanço de nenhum modelo de negócio em particular. As seguradoras devem determinar qual a estratégia a seguir e como irão usar a Internet para conseguir atingir os seus objectivos.

Os seguros não terão necessariamente de seguir o mesmo desenvolvimento na Internet que outros serviços financeiros. É possível que a indústria dos seguros continue a suportar outros canais de distribuição que sirvam aqueles clientes que procuram produtos únicos, não adequados a transacções na Web.

# Capítulo 3

## Comércio Electrónico

Neste capítulo é apresentado o conceito de comércio electrónico como uma nova forma de comércio, inserido num mercado aberto e dinâmico e suportado por uma rede de comunicação. É ainda incluída uma apresentação de alguns sistemas computacionais que suportam uma ou mais fases do ciclo de vida de uma transacção de negócio.

São apresentadas as especificidades do comércio electrónico de seguros e descrito o seu estado actual.

### 3.1 Introdução

Hoje em dia o termo “comércio electrónico” refere-se a diferentes aspectos da comunicação electrónica. Esta definição varia de acordo com a indústria em questão e com a tecnologia usada. A indústria dos seguros entende-o como a combinação de estratégias de negócio e processos distribuídos, usando múltiplas tecnologias para gerir a transacção de informação entre diversas entidades, suportada por meios electrónicos. Inclui a transferência de informação não estruturada (por exemplo, correio electrónico) e informação estruturada (por exemplo, EDI).

No Livro Branco para o Comércio Electrónico, é possível encontrar as seguintes definições:

O Comércio Electrónico é um promotor de perspectivas de negócio suportado pelas avançadas tecnologias de informação para o aumento da eficiência das relações negociais entre parceiros comerciais.

O Comércio Electrónico abrange qualquer meio electrónico utilizado nas compras ou nas vendas de produtos ou serviços, sejam estas transaccionadas entre organizações ou entre uma organização e particulares.

Com estas definições, ficam abrangidas as várias etapas envolvidas numa transacção: selecção, encomenda, entrega, facturação, pagamento e serviços pós-venda.

As inovações crescentes na área de tecnologia de informação e comunicação, eliminam as restrições de tempo e espaço, alterando radicalmente a forma de comércio tradicional. Devido à rápida proliferação das redes de comunicação cada vez mais fiáveis e de fácil acesso por qualquer indivíduo, surgiu uma nova forma de comércio: o comércio electrónico.

As primeiras manifestações de comércio electrónico surgiram com a disponibilização, por parte de entidades vendedoras, de catálogos de produtos em redes públicas de comunicação. Potenciais compradores, através da pesquisa destes catálogos, seleccionam os produtos que mais lhe interessam, sem necessidade de se deslocar ao local físico de venda e sem necessidade de obedecer a qualquer horário de atendimento.

Mas o comércio electrónico engloba bastante mais que a simples disponibilização e posterior pesquisa de produtos em catálogos electrónicos. O comércio electrónico engloba também, e talvez esta seja a característica mais ambiciosa, a automação do processo de negociação entre compradores e vendedores, com o intuito de chegar a um acordo aceitável por ambas as partes.

### 3.1.1 Tecnologias de Suporte

O comércio electrónico não trata apenas das tecnologias em si, mas sim da aplicação dessas tecnologias à forma de conduzir os negócios. É importante, porém, conhecer quais as opções que existem em termos de comunicações e serviços de suporte ao comércio electrónico.

#### 3.1.1.1 Comunicação

**Rede telefónica:** Uma rede de comunicações necessita de equipamento de telecomunicações e linhas de transmissão no sentido de possibilitar a transferência de informação, seja esta através de telefone, fax, computador ou outro meio.

**Redes Privadas:** As grandes organizações optam, normalmente, por instalar as suas próprias redes para a transferência de informação entre filiais ou entre empresas do mesmo grupo. Essas redes são geridas pelas próprias empresas.

**RDIS:** RDIS (Rede Digital Integrada de Serviços) é uma rede pública associada a uma norma que permite a transmissão de voz e dados simultaneamente numa única ligação. Esses dados podem referir-se a ficheiros, correio electrónico ou fax.

**X.400:** O X.400 é uma norma internacional que foi desenvolvida para o transporte de mensagens. Esta norma possui um alto nível de segurança e é a norma recomendada pela ISO para o correio electrónico. É também uma rede de comunicações

que assenta na interconexão de vários servidores a nível mundial de distintas organizações que acordaram em utilizar o mesmo protocolo de comunicações.

**Internet:** É uma das redes mais vulgarizadas e acessíveis. A Internet baseia-se num conjunto de protocolos:

- Protocolo de comunicação (TCP/IP).
- Vários protocolos para aplicações distintas:
  - Transferência de ficheiros (FTP).
  - Emulação de terminal (Telnet).
  - Correio electrónico (SMTP e MIME).
  - Segurança de mensagens (PEM).
  - *Newsgroups* (NNTP).
  - Web (HTTP).
  - Estrutura de documentos (HTML).
  - ...

Tanto a rede Internet como a rede X.400 foram construídas com base no mesmo princípio: a interconecção de vários servidores por todo o mundo usando o mesmo protocolo de comunicações. Esses protocolos são o TCP/IP no caso da Internet e o X.400 na rede do mesmo nome. As normas para a Internet são definidas pela ISOC (*Internet Society*) e, para a rede X.400, pela ISO (*International Standard Organization*). Ambas as redes podem ser utilizadas para o transporte de mensagens. Muito resumidamente, as principais diferenças entre ambas são o nível de segurança, o preço e os serviços interactivos.

### 3.1.1.2 Serviços

**Correio electrónico:** Numa organização poderão existir três tipos de sistemas de correio electrónico: o serviço X.400, a Internet ou um sistema interno de correio electrónico. A escolha depende dos requisitos pretendidos e, tal como já foi referido, o serviço X.400 é aquele que hoje em dia oferece o mais alto grau de segurança, quer ao nível da integridade dos dados, quer de autenticação, controlo, etc..

**Transferência de ficheiros:** É a simples transferência de ficheiros (independentemente do seu tipo) entre dois computadores. Para este fim foram desenvolvidos diversos protocolos:

- FTAM (*File Transfer Access and Management*) desenvolvida pela ISO.
- OFTP (*Odette File Transfer Protocol*) desenvolvido pela indústria automóvel.

- FTP (*File Transfer Protocol*) desenvolvido pela ISOC.

**Sítios Web:** Existem, na Internet, diversas aplicações que podem ser utilizadas no interesse empresarial, por exemplo:

- Na pesquisa de mercado, através de um questionário electrónico associado a uma página da Web.
- Na publicidade, através da divulgação de novos produtos ou serviços.
- Nas vendas, através da utilização de catálogos electrónicos do tipo empresa/consumidor que permitam a pesquisa e a compra de bens.

**Catálogos electrónicos:** Existem dois tipos de catálogos electrónicos:

- Empresa/Consumidor, nos quais se pretende comercializar produtos ou serviços através de uma lista disponibilizada num determinado sistema de consulta, por exemplo a Internet.
- Empresa/Empresa, nos quais se pretende facilitar o processo de transacções comerciais entre aplicações de compra, do lado da empresa cliente, e de processamento de encomendas, do lado da empresa fornecedora.

## 3.2 Mercado Electrónico

Mercado é a designação de todo o ambiente que rodeia e possibilita a realização de uma transacção de negócio. Não é apenas o local onde os participantes (compradores e vendedores) se encontram com o objectivo de obter um acordo relativo à compra/venda de determinado produto. O mercado inclui também a imposição de comportamentos e regras que ditam como essa interacção deve ser realizada.

Em termos económicos, os mercados podem ser classificados como mercados monopolistas e mercados competitivos [66]:

**Mercado monopolista:** O produto  $p$  é disponibilizado apenas por um vendedor.

**Mercado competitivo:** O produto  $p$  é disponibilizado por múltiplos vendedores. Este tipo de mercado é ainda classificado em mercado puramente competitivo e mercado de competição monopolista.

**Puramente competitivo:** Existem vários vendedores que fornecem o produto  $p$ . Os diferentes vendedores oferecem idêntica qualidade para o produto  $p$ .

**Competição monopolista:** Existem vários vendedores que disponibilizam diferentes produtos, que são substitutos do produto  $p$ .

No mercado tradicional, o comprador (vendedor) que tem necessidade de obter (vender) determinado produto, desloca-se ao local físico do mercado e procura pessoalmente um vendedor (comprador). As duas partes discutem os termos relativos à transacção e, eventualmente, chegam a um acordo. A transacção termina com a entrega do produto, por parte do vendedor, ao comprador e o pagamento deste ao vendedor.

No mercado electrónico, e contrariamente ao mercado tradicional, o local de mercado é um local virtual onde os participantes numa área de negócio específica, que estão geograficamente distribuídos e são possivelmente desconhecidos uns dos outros, se encontram e interagem com o intuito de satisfazer um objectivo de negócio comum [4]. Uma das características que mais sobressai desta definição de mercado electrónico é, sem dúvida, a distribuição geográfica dos participantes. Este facto implica que o mercado seja suportado por uma infra-estrutura de informação e comunicação robusta e coerente. Este assunto será objecto de uma análise mais detalhada na secção 3.2.4.

### 3.2.1 Funções do Mercado

Segundo Bakos [4], os mercados possuem três funções principais:

- Estabelecer uma relação entre compradores e vendedores.
- Facilitar as transacções.
- Fornecer uma infra-estrutura institucional.

#### 3.2.1.1 Relação entre Compradores e Vendedores

Um mercado permite conhecer as ofertas e procuras existentes. Um comprador deve ser capaz de procurar potenciais vendedores e um vendedor deve ser capaz de procurar eventuais compradores. O mercado disponibiliza também mecanismos económicos adequados que permitem atingir um consenso entre comprador e vendedor quanto aos termos do negócio.

Num mercado tradicional, esta correspondência é efectuada pessoalmente pelos próprios participantes, que localmente procuram eventuais parceiros de negócio e estabelecem com eles uma interacção com vista à obtenção de um acordo de negócio.

Num mercado electrónico, os vendedores e compradores não se encontram pessoalmente. A procura de eventuais parceiros, é realizada de acordo com informação que estes previamente colocaram no mercado. Quer a publicitação de produtos por parte dos vendedores, quer a descrição de necessidades por parte dos compradores, deve ser realizada de forma cuidada. A informação deve ser suficientemente detalhada para que a outra parte entenda as características do produto anunciado ou requerido. O

mecanismo económico que conduz a negociação deve ser especificado quando um potencial participante inspeciona o mercado, para que estes conheçam antecipadamente as regras do jogo.

### 3.2.1.2 Transacções

O mercado permite a interacção entre os participantes num negócio, que necessitam chegar a um consenso relativamente aos bens a transaccionar e respectivas condições. A informação trocada entre os participantes refere-se quer a publicitação por parte de vendedores e anúncio de necessidades por parte de compradores, quer a propostas e contra-propostas por parte de compradores e vendedores durante o processo de negociação dos termos da transacção. Quando compradores e vendedores chegam a acordo, o mercado deve permitir efectivar esse acordo, isto é, os vendedores entregam o bem que foi negociado a compradores, e os compradores realizam o respectivo pagamento aos vendedores.

Num mercado tradicional, esta troca de informação, bens e pagamentos é realizada pessoalmente por compradores e vendedores, na presença uns dos outros.

Num mercado electrónico, é a infra-estrutura de comunicação que permite a realização desta troca de informação e pagamentos. Esta estrutura de comunicação é de vital importância para o comércio electrónico, podendo mesmo ditar o sucesso ou insucesso do mesmo. Como o comércio electrónico, por definição, é um sistema aberto (qualquer entidade pode participar), apoia-se em redes públicas de comunicação. Por um lado, é necessário assegurar a integridade e confidencialidade dos dados transmitidos nessa rede pública. Por outro lado, é obrigatório o uso de uma linguagem compreensível por todos os participantes do mercado: ou a linguagem é comum para todos os participantes ou cada participante conhece a linguagem de mercado e possui uma interface de tradução entre essa linguagem do mercado e a sua própria linguagem.

### 3.2.1.3 Infra-estrutura Institucional

O funcionamento de qualquer mercado está sujeito a regras, quer em termos legais, quer em termos regulamentares. Em termos legais, devem ser respeitados o código comercial e as leis de contrato. Em termos regulamentares, devem ser impostas normas de comportamento e verificação.

Num mercado tradicional, as regras de funcionamento são estipulados pelas leis vigentes em cada local (país), e pelo próprio mercado. Assim, por exemplo, um vendedor tradicional que pretende exercer a sua actividade dispendo de um local fixo de venda, é obrigado a inscrever-se no Registo Nacional de Pessoas Colectivas e na Conservatória do Registo Comercial e está obrigado a respeitar um conjunto de regras específicas: inscrição de preços em todos os produtos, pagamento de uma taxa por montante de venda, respeito de um horário de actividade limitado e pré-especificado, etc..

Num mercado electrónico, as regras de funcionamento são ditadas pelo próprio mercado e variam de mercado para mercado. É usual existir um documento electrónico descritivo do funcionamento do mercado, que inclui os direitos e obrigações de cada participante, e as regras de negócio [73]. Este documento deve ser aceite por cada um dos participantes quando se regista no mercado, como entidade compradora ou vendedora.

### 3.2.2 Instituições Electrónicas

Uma *instituição electrónica* pode ser definida como uma plataforma que permite efectivar, através de uma rede de comunicação, transacções automáticas entre diferentes participantes de acordo com um conjunto de regras e normas explícitas da instituição. O objectivo da existência de tais normas e regras é regular o comportamento social dos participantes.

Uma instituição electrónica disponibiliza um conjunto de ferramentas e serviços e supervisiona as relações entre as partes envolvidas. Um bom exemplo da necessidade de instituições electrónicas pode ser encontrado em [59], onde é apresentada o sistema *ForEv* que fornece os serviços necessários para a formação de uma *empresa virtual*.

Uma empresa virtual é uma agregação de organizações independentes e autónomas, conectadas através de uma rede, formada para fornecer um produto ou serviço como resposta a uma necessidade de um cliente. Esta agregação é vantajosa uma vez que permite dar resposta a requisitos, que cada vez mais se alteram muito rapidamente. As organizações virtuais apenas existem durante o período de tempo necessário à satisfação da necessidade para que foi criada.

### 3.2.3 Intermediários no Mercado Electrónico

A função principal do intermediário é juntar compradores e fornecedores num mercado, isto é, fazer corresponder as necessidades dos compradores com as capacidades dos fornecedores [7].

Especialmente no mercado electrónico, existe a necessidade de um mecanismo eficiente de anúncio, pesquisa, apresentação, gestão e actualização de informação. Aqui surge a noção de intermediário. As suas principais funções são:

- Estabelecer a correspondência entre compradores e vendedores.
- Fornecer informação relativa a produtos aos compradores e informação relativa a mercados aos vendedores.
- Assegurar a entrega dos bens transaccionados e respectivo pagamento.
- Estabelecer relações de confiança e assegurar a integridade dos mercados.

O intermediário suporta o fluxo de informação no comércio electrónico, ajuda na localização e estabelecimento de ligação entre fornecedores de informação e requerentes de informação.

No comércio, tradicional ou electrónico, podem ser distinguidos dois tipos fundamentais de informação: aquilo que os compradores pretendem obter (pedido) e aquilo que os vendedores são capazes de oferecer (oferta). A manutenção da privacidade desta informação, permite categorizar os intermediários em três classes fundamentais [16]: adaptador, quadro negro e mediador.

**Adaptador (*Matchmaking*):** Entidade que guarda a informação relativa às capacidades disponíveis actualmente no sistema, isto é, as competências dos diversos vendedores existentes. O comprador pode questionar o adaptador para indicação de eventuais vendedores e contactá-los directamente.

**Quadro Negro (*Blackboard*):** Entidade que mantém o registo dos pedidos realizados. Os compradores colocam os seus pedidos nesta entidade. Os vendedores procuram na entidade quadro negro pedidos que sejam capazes de satisfazer.

**Mediador (*Broker*):** Entidade que protege a privacidade do comprador e vendedor. O mediador recebe e interpreta informação, proveniente quer de compradores quer de vendedores, trata pedidos e ofertas e envia os resultados respectivos a cada uma das partes. O comprador e o vendedor não têm conhecimento directo um do outro durante a transacção.

Existem outros tipos de intermediários no comércio electrónico, cuja função não está directamente relacionada com o processo de transacção. Um exemplo é o sistema *FishMarket* [60] que simula o comportamento de compradores e vendedores numa loja de peixe. Inclui na sua arquitectura uma entidade *receptor*, cuja função é registar a identidade e endereço dos participantes, uma entidade *unidade de crédito*, cuja função é validar as compras efectuadas por um comprador, por análise da sua linha de crédito. Entidades deste tipo são designadas por *facilitadores*.

### 3.2.4 Comunicação no Mercado Electrónico

O comércio electrónico necessita ser suportado por tecnologia sofisticada de informação e comunicação em rede, capaz de tratar com robustez e fiabilidade as características inerentes a este local de comércio, nomeadamente:

- A diversidade de produtos, participantes e interesses.
- A dispersão de participantes, recursos e oportunidades.
- A segurança das transacções na rede.

O primeiro item traduz a necessidade de uma ontologia, que permita que participantes heterogéneos se entendam mutuamente. Este assunto será objecto de discussão no capítulo sobre Sistemas Multi-Agente.

Os dois últimos itens estão ligados ao uso de uma rede de comunicação para a ligação dos participantes, que se encontram geograficamente distribuídos. A crescente e entusiástica aceitação da Internet na comunicação mundial, por parte de um universo numeroso e dispar de indivíduos e instituições, sugere-a como a tecnologia ideal para suporte ao comércio electrónico. A Internet é, efectivamente, a rede de comunicação mais utilizada no comércio electrónico pelas importantes vantagens que apresenta:

**Ubiquidade:** A utilização da Internet não tem qualquer restrição espacial ou temporal, encontrando-se disponível a partir de qualquer ponto do mundo onde existam computadores em rede e em qualquer horário.

**Acessibilidade:** A acessibilidade da Internet é extensível a qualquer participante numa transacção de negócio, indivíduo ou entidade empresarial de grande, média e pequena dimensão. O seu custo é cada vez mais reduzido e o seu acesso pode ser realizado, potencialmente, a partir de qualquer local.

**Facilidade de utilização:** A Internet disponibiliza ferramentas e protocolos de comunicação poderosos ao mesmo tempo que dispõe de utilitários amigáveis de fácil utilização.

Contudo a utilização da Internet como plataforma de comunicação no comércio electrónico levanta o problema da segurança, uma vez que é uma rede pública de comunicação. Todas as transacções que envolvam transferência e troca de dados proprietários através da rede devem ser completamente seguras, sob risco de que os participantes percam a confiança no sistema. A segurança deve incidir sobre os seguintes pontos:

**Autenticidade:** Habilidade, por parte do receptor, de verificar a identidade do emissor da mensagem.

**Integridade:** Habilidade de comprovar que a mensagem não foi corrompida ou modificada.

**Privacidade:** Deve ser garantido que só as partes autorizadas têm acesso ao conteúdo da mensagem.

**Controlo de acesso:** Habilidade de determinar se uma entidade tem acesso à mensagem, e, em caso afirmativo, a que partes da informação.

A solução normalmente adoptada para garantir a segurança de transmissões realizadas numa rede pública consiste no uso de técnicas de criptografia e na utilização de chaves públicas.

### 3.3 Sistemas de Comércio Electrónico

#### 3.3.1 O Modelo “*Consumer Buying Behavior*”

Das várias teorias e modelos existentes que pretendem descrever o comportamento de aquisição dos consumidores é possível retirar um conjunto comum de fases. Guttman [28] propõe uma divisão do processo de transacção em seis etapas fundamentais :

**Identificação da Necessidade:** Nesta etapa o consumidor apercebe-se de uma nova necessidade. Pode ser estimulado através da informação sobre produtos existentes.

**Seleção do Produto:** Consiste na recolha de informação com vista a determinar o que comprar. O consumidor avalia as alternativas de produtos baseado em critérios pessoais.

**Seleção do Vendedor:** Esta etapa combina o resultado da etapa anterior com informação específica sobre vendedores, para determinar a quem comprar o produto. O consumidor avalia as alternativas de acordo com critérios como o preço, garantia, disponibilidade, assistência, reputação, etc..

**Negociação:** Consiste em como determinar os termos da transacção. A negociação varia em duração e complexidade de acordo com o mercado. Em mercados de retalho tradicionais, o preço e outros aspectos da transacção são muitas vezes fixos, não havendo por isso lugar a qualquer negociação.

**Encomenda e Entrega:** Por vezes esta etapa finaliza a negociação, chegando ambas as partes a um acordo. Outras vezes, a compra e entrega do produto ocorre algum tempo depois (de acordo com as condições de pagamento e com a disponibilidade do produto).

**Serviço e Avaliação:** Esta etapa envolve o serviço prestado ao cliente e a sua avaliação sobre o produto que adquiriu.

Como a maioria dos modelos, estas etapas representam uma aproximação e simplificação do comportamento do consumidor, não sendo um modelo rígido e sequencial.

A tabela 3.1, adaptada de [28], mostra como vários sistemas representativos do comércio electrónico se caracterizam de acordo com este modelo. Esta caracterização corresponde, principalmente, às etapas de *Seleção do Produto*, *Seleção do Vendedor* e *Negociação* do modelo CBB.

	Persona Logic	Firefly	Bargain Finder	Jango	Kasbah	Auction Bot	Tete a Tete
Seleccção do Produto	x	x		x			x
Seleccção do Vendedor			x	x	x		x
Negociação					x	x	x

Tabela 3.1: Sistemas de comércio electrónico e o modelo CBB

### 3.3.2 Seleccção do Produto

Na fase de seleccção do produto o consumidor determina o que comprar. Ocorre após uma necessidade ter sido identificada e é finalizada após uma avaliação crítica da informação recolhida.

O sistema *PersonaLogic* [50] permite aos consumidores limitar a gama de produtos que melhor correspondem às suas necessidades, a partir de um grande espaço de características de produtos. O sistema filtra um domínio específico através da consideração de restrições nas características dos produtos, previamente especificadas pelo comprador. O resultado é uma lista ordenada dos produtos que satisfazem todas as restrições. O sistema também é capaz de apresentar ao comprador produtos alternativos, avaliando-os através de técnicas de satisfação de restrições.

Tal como o sistema *PersonaLogic* o *FireFly* [22] ajuda os clientes a encontrar produtos. No entanto, em vez de filtrar produtos com base nas suas características, o *Firefly* faz recomendações com base em opiniões fornecidas por outros utilizadores com interesses semelhantes. Este mecanismo tem o nome de *automated collaborative filtering*. Inicialmente, compara a avaliação dada pelo cliente aos produtos com a avaliação dada pelos outros clientes. Depois de identificar os utilizadores com gostos semelhantes, recomenda produtos com avaliações altas que o cliente ainda não avaliou.

### 3.3.3 Seleccção do Vendedor

Enquanto que na fase anterior se comparam produtos alternativos, na fase de seleccção do vendedor comparam-se diferentes vendedores.

O sistema *Bargain Finder* [20] permite comparar o preço de diversos CDs de música. Dado um produto específico (o nome do artista e o álbum), o sistema questiona o seu preço aos diferentes vendedores.

O sistema *Jango* [34] ajuda um comprador na seleccção de potenciais vendedores. O sistema questiona os vários vendedores inscritos sobre a disponibilidade, preço e outra informação relevante respeitante a um determinado produto pedido pelo comprador. Estes resultados permitem ao comprador comparar diferentes propostas de vendedores

baseadas no preço. Este sistema usa técnicas de filtragem baseada no conteúdo para realizar esta pesquisa, baseando-se num conjunto de palavras chave. Não fornece qualquer ajuda na pesquisa de produtos ou na análise e comparação das respostas obtidas dos vários vendedores. O sistema inclui também uma negociação simples, baseada em leilões de um único item, disponibilizando apenas o leilão inglês e o leilão holandês.

Segundo Guttman [29], este tipo de sistema coloca problemas a ambas as partes do processo de compra. Se, por um lado, os vendedores não pretendem competir apenas baseados no preço, preferindo diferenciar-se através de outros aspectos inerentes à compra do produto, por outro lado os consumidores podem ser induzidos em erro quando são informados por estes sistemas. Por exemplo, um dos vendedores contactado, embora tendo um preço base mais elevado, poderia estar a fazer uma promoção, fazendo descontos na compra em quantidade. Um sistema que ajude verdadeiramente o consumidor a realizar a melhor compra possível, deve considerar outros factores para além do preço, como a garantia, a assistência, modalidades de pagamento, etc., de acordo com as suas prioridades.

### 3.3.4 Negociação

Na etapa de negociação, o preço e outros termos da transacção são determinados. Negociar dinamicamente o preço de um produto, em vez de o fixar, liberta o vendedor da tarefa de determinar o valor do produto a priori. Esta tarefa fica entregue ao próprio mercado. O resultado é que recursos (produtos) limitados são atribuídos de uma forma justa, isto é, a quem os valoriza mais [28].

O sistema *AuctionBot* [2] é um servidor de leilões. Os utilizadores criam novos leilões para vender produtos, escolhendo um tipo de leilão de entre um leque de leilões disponíveis e especificando os seus parâmetros. Vendedores e compradores podem licitar de acordo com os protocolos do leilão criado. Além disso, através de uma API disponibilizada pelo *AuctionBot*, os utilizadores podem criar agentes de que, autonomamente, competem no mercado criado. Cabe aos utilizadores codificar as suas próprias estratégias de licitação.

O *Kasbah* [12] é um sistema de anúncios classificados, no qual pessoas interessadas em comprar (vender) produtos criam agentes compradores (vendedores), que entram em contacto com agentes vendedores (compradores). A procura de agentes com interesses complementares é feita de forma autónoma, depois dos agentes estarem devidamente parametrizados pelo utilizador. A etapa de selecção do vendedor desenrola-se a par da etapa de negociação, baseada no preço do produto. Agentes compradores e vendedores negociam entre si, tentando cada um deles obter o melhor acordo possível. Disponibiliza três estratégias para utilização nos agentes, que correspondem a funções lineares, quadráticas e exponenciais para a alteração dos preços licitados/pedidos ao longo do tempo.

O sistema *Tete-a-Tete* [30] permite aos agentes negociar segundo vários critérios, como a garantia, tempos de entrega, condições de pagamento e outros aspectos diferenciadores. A negociação entre os agentes é feita tendo em conta uma função de utilidade multi-atributo, que é usada para medir o grau de satisfação da oferta de cada vendedor. Na avaliação das propostas dos vendedores são usadas as restrições obtidas nas primeiras etapas do modelo CBB. Essencialmente, o Tete-a-Tete integra as etapas de selecção do produto, selecção do vendedor e negociação.

### 3.4 Mercado Electrónico de Seguros

Mercados electrónicos para produtos como livros, CDs e computadores desenvolveram-se rapidamente na Internet. Existem diversas ferramentas que permitem a comparação deste tipo de produtos. No entanto, existem diferenças importantes entre a venda do tipo de produtos referidos anteriormente e a venda de seguros e outros produtos financeiros, tornando esse tipo de ferramentas inadequadas ao comércio electrónico de seguros:

- Os seguros não são produtos tão padronizados.
- São produtos extremamente complexos.
- São produtos adquiridos com menor frequência pelos consumidores.

Apesar disso, determinadas características da indústria dos seguros sugerem que estes são, aparentemente, talhados para o comércio electrónico:

- A sua semelhança a outros serviços financeiros. Não é um produto que exija o envio físico ao cliente, o que sugere que toda a transacção pode ser efectuada na Internet.
- É uma indústria fragmentada, sem um fornecedor central e com enorme variedade de preços e produtos, tornando a escolha do cliente difícil e confusa. Como resultado, a Internet pode tornar-se no meio ideal para organizar e facilitar o processo de escolha de um produto.
- O processo de indemnizações envolve a troca de enormes quantidades de informação entre a companhia seguradora e o segurado. A Internet representa a oportunidade de automatizar esta troca de informação.

Os produtos de seguros diferem na sua aptidão para o comércio electrónico. Depende principalmente da quantidade de aconselhamento que é necessário. Quanto maior a complexidade do produto, maior é o consentimento do cliente em pagar o aconselhamento necessário. Os produtos mais indicados ao comércio electrónico são aqueles que podem ser descritos com um menor número de parâmetros, tais como seguro automóvel e seguros de vida a termo certo.

### 3.4.1 Características Desejáveis

As características de um seguro, descritas no capítulo 2, condicionam o desenvolvimento de um mercado electrónico de seguros:

**Confiança:** Um mercado electrónico de seguros deve ser capaz de controlar a presença de companhias seguradoras e monitorizar o comportamento de clientes e seguradoras. Se esse controlo for efectuado é possível dar determinadas garantias a potenciais utilizadores de um tal mercado.

**Complexidade:** Um mercado electrónico deve ser capaz de gerir o diálogo, que na maioria das vezes será estabelecido entre um cliente e diversas seguradoras. O cliente certamente não estará disponível para responder a um conjunto semelhante de questões, de várias seguradoras, uma de cada vez, preferindo que uma entidade no mercado conduza esse diálogo em sua representação.

Um mercado electrónico de seguros deve fornecer um mecanismo de correspondência entre informação disponibilizada pelos clientes e critérios de elegibilidade e risco dos produtos.

**Confidencialidade:** Um mercado electrónico de seguros deve ser distribuído pelas várias seguradoras. Um mercado distribuído facilita a re-utilização de sistemas existentes e permite que as seguradoras possuam um controlo total sobre produtos e preços.

### 3.4.2 Estado Actual

Apesar dos rápidos avanços na tecnologia, as companhias seguradoras recorrem às novas possibilidades técnicas oferecidas actualmente, na sua grande maioria, apenas nas suas operações internas, enquanto que quase nem as aplicam quando negociam com os seus clientes. Um estudo comparativo recente da *Consumer Federation of America* [32] sobre 25 sítios Web que oferecem uma comparação sobre produtos do ramo vida demonstrou que nem todos os sítios Web existentes são apropriados para pesquisar produtos. Alguns são bastante difíceis de usar, enquanto que outros são pouco mais do que serviços de referência que colocam o utilizador em contacto com um agente de seguros. Vários destes sítios Web não incluem seguradoras que não cobram uma comissão ao cliente pela venda através da Internet, uma vez que a maioria destes sítios ganha com as comissões sobre as vendas efectuadas.

A maioria dos sítios Web que oferecem comparação e venda de produtos são canais directos de venda: são implementados pelas seguradoras, vendendo directamente ao cliente, excluindo os intermediários. Os poucos sítios que oferecem um serviço de mediação, simplificam drasticamente o problema: padronizam os produtos que as seguradoras podem oferecer através desse serviço. O papel do intermediário fica assim reduzido a coligir e apresentar um conjunto padrão de informação ao cliente.

Esta situação não é vantajosa para nenhum dos intervenientes:

- Os clientes ficam reduzidos a uma escolha limitada de produtos, o que pode não suprir todas as suas necessidades.
- As seguradoras possuem uma flexibilidade limitada na concepção dos produtos, escolha de mercados alvo e política de preços.
- Os intermediários perdem o seu papel tradicional.

Actualmente, a maioria das seguradoras espera que o cliente elabore o seu pedido através da selecção de uma configuração do produto pretendido, indicando todos os parâmetros necessários ao cálculo do prémio final. Algumas seguradoras desenvolveram sistemas interactivos para obter esta informação, enquanto que outras usaram algumas das tecnologias disponíveis na Web de modo a permitir que o cliente interaja directamente com o programa de cálculo do prémio.

Estas abordagens, apesar de permitirem aos utilizadores a obtenção de propostas imediatas, possuem um conjunto de desvantagens:

- Assumem que o cliente, ou um seu representante, consegue expressar os seus pedidos na linguagem dos produtos.
- Na maioria das vezes é exigido que o cliente responda a um grande número de questões antes de obter alguma reacção, uma vez que os programas de cálculo do prémio exigem diversos parâmetros.
- Não fornecem qualquer tipo de ajuda aos clientes que não sabem expressar as suas necessidades em termos de uma configuração de um produto.

No *ramo não-vida*, os produtos mais adquiridos na Internet são os seguros automóvel, habitação e de viagem. Neste ramo, o uso da Web deverá diminuir os custos de aquisição dos produtos, apesar dos custos de publicidade poderem ser altos. As grandes companhias tentam persuadir os seus clientes a comprar os produtos directamente através dos seus sítios Web.

Os produtos do *ramo vida* não estão no topo dos produtos vendidos na Web. Os consumidores normalmente necessitam de bastante aconselhamento antes de efectuarem uma decisão. Esta falta de aconselhamento é uma das principais barreiras no comércio de produtos do ramo vida. São necessárias novas tecnologias que permitam um aconselhamento personalizado aos consumidores deste tipo de produtos.

### 3.5 Conclusão

O comércio tradicional refere-se ao estabelecimento de transacções negociais onde os participantes se encontram pessoalmente num determinado local físico. Aí negociam entre eles os termos contratuais para compra ou venda de determinado produto.

Neste capítulo, apresentamos o comércio electrónico como uma nova forma de comércio, que surgiu em consequência do desenvolvimento exponencial das tecnologias de informação e comunicação. Destas novas tecnologias, destaca-se, em particular, a Internet, devido à sua acessibilidade, fácil utilização e custo reduzido. A Internet é o suporte de comunicação para a grande parte dos sistemas de comércio electrónico existentes. Apresentamos também alguns sistemas de comércio electrónico existentes, enumeramos as suas características principais, e realizamos uma análise comparativa entre eles.

Este crescimento no comércio electrónico tem atraído a atenção das companhias seguradoras e algumas destas companhias oferecem a venda de seguros directamente a clientes finais através dos seus sítios Web. No entanto, este processo, apresenta mudanças significativas no mercado segurador e pode fragilizar a relação das companhias seguradoras com os mediadores de seguros que são o seu principal canal de vendas.

Esta abordagem, apesar de permitir que os utilizadores obtenham imediatamente uma proposta, possui um conjunto de desvantagens para os clientes, entre elas a falta de personalização da oferta e a falta de aconselhamento durante a interacção.

A Internet representa uma oportunidade para o desenvolvimento de serviços de venda de produtos e serviços de seguros a clientes finais que automatizem o papel de aconselhamento do mediador. Estes serviços poderão oferecer, com total neutralidade, comparações multi-atributo simultaneamente para diversas seguradoras. No próximo capítulo será introduzida uma proposta de resolução deste problema de mediação electrónica de seguros, bem como das metodologias necessárias ao seu desenvolvimento.

# Capítulo 4

## Sistema Multi-Agente

Os requisitos descritos para o desenvolvimento de um sistema de comércio electrónico de seguros implicam necessariamente, o uso de capacidades distribuídas, cujos projecto, implementação, operação e reconfiguração permitam a integração de competências numa rede dinâmica. Tais capacidades podem ser realizadas com sucesso através do paradigma de agentes inteligentes.

Na parte inicial deste capítulo, é feita uma introdução aos conceitos de agente e sistema multi-agente, focando as suas características essenciais, e requisitos próprios. A parte final do capítulo apresenta uma proposta de um sistema multi-agente para a modelação do mercado electrónico de seguros. Aqui é ainda descrita a arquitectura dos agentes existentes nesse mercado electrónico e apresentada a ontologia adoptada.

### 4.1 Noção de Agente

A tecnologia baseada em agentes é um paradigma sofisticado no projecto de sistemas de software onde as entidades já não são vistas como elementos computacionais simples com estruturas de interacção pré-definidas. Em vez disso, estamos frequentemente a falar de entidades que revelam um comportamento próprio quando inseridas num determinado ambiente, e que coordenam elas próprias as suas acções com base em conhecimento explícito sobre acções possíveis e suas consequências, sobre o ambiente que as rodeia e sobre os outros agentes. Não existe uma definição comum, na literatura, para a noção de agente. Contudo, a maior parte das definições aceita como ponto fulcral o facto de um agente ser uma entidade computacional com capacidade de raciocínio e decisão. Ao longo deste trabalho, vamos seguir a definição de agente apresentada por Wooldridge e Jennings em [71]. Estes autores realizam uma distinção clara entre a noção fraca e a noção forte de agente.

*A noção fraca de agente*, que deriva essencialmente das áreas da computação distribuída, e inteligência artificial distribuída, vê o agente como um paradigma de

automação da cooperação em ambientes distribuídos. Assim, um agente é definido como uma entidade computacional resolvente de problemas, que exhibe as propriedades de:

**Autonomia:** Um agente executa as suas tarefas sem intervenção directa do humano ou de outros agentes. Possui controlo sobre as suas próprias acções e sobre o seu estado interno.

**Sociabilidade:** O agente interage com outros agentes ou com o humano no sentido de finalizar a resolução de um seu problema ou ajudar os outros na sua actividade. Esta função requer a existência de um meio de comunicação que permita aos agentes informar os outros de quais são os seus requisitos; e um mecanismo interno de decisão sobre como e quando as interacções com os outros são apropriadas.

**Reactividade:** O agente observa o ambiente e responde em tempo útil a alterações que nele ocorram.

**Pró-actividade:** O agente não actua apenas em resposta à observação do ambiente, mas possui objectivos e exhibe comportamento oportunista, sendo capaz de tomar a iniciativa sempre que apropriado.

**Racionalidade:** Um agente deve actuar racionalmente na tentativa de satisfação dos seus objectivos, tentando maximizar o seu desempenho, relativamente a uma função de avaliação própria.

*A noção forte de agente*, que deriva essencialmente da área da inteligência artificial, envereda por uma visão antropomórfica, onde um agente é visto como uma entidade cognitiva e com consciência, que é capaz de exhibir sentimentos, percepções e emoções, à semelhança dos humanos. Assim, um agente apresenta as seguintes propriedades:

**Conhecimento e Crença:** Possuir conhecimento é muito mais que possuir informação, é não apenas a colecção de informação de uma forma dinâmica, mas também o raciocínio sobre essa informação. É necessário definir qual a melhor estratégia de raciocínio a aplicar numa determinada situação, e porquê (meta-conhecimento). Uma crença representa a noção actual que o agente possui sobre determinado facto. As crenças são geralmente dinâmicas, isto é, podem alterar o seu valor de verdade com o tempo.

**Intenções e Obrigações:** Intenções são objectivos que o agente possui a longo prazo, e que resultam em padrões de comportamento que levam à execução de acções individuais. As obrigações estão relacionadas com compromissos que o agente assumiu. A partir do momento que o agente expressou a sua disponibilidade para executar determinada tarefa, é responsável por realizar as acções necessárias para tal.

**Veracidade e Benevolência:** Um agente deve ser sempre verdadeiro. Benevolência significa que o agente não deve assumir um comportamento contra-produtivo, mas, antes pelo contrário, deve tentar sempre satisfazer os pedidos que lhe são dirigidos.

Um agente será, portanto, tanto mais cognitivo quanto maior número destas características incluir.

## 4.2 Architecturas

A Inteligência Artificial classifica os agentes computacionais em três grandes categorias: agentes deliberativos, agentes reactivos e agentes híbridos [70].

**Agente deliberativo:** Um agente deliberativo possui um modelo simbólico explícito do mundo, e realiza as suas decisões (selecção de qual acção executar num instante próximo) através de raciocínio lógico. O agente possui uma representação interna do mundo, e um estado mental explícito que pode ser modificado por alguma forma de raciocínio simbólico. Na construção de tais agentes, colocam-se dois importantes problemas:

**A representação do mundo:** Como traduzir o mundo real para uma descrição simbólica em tempo útil.

**O problema de raciocínio:** Como representar simbolicamente a informação sobre os processos e entidades existentes no complexo mundo real, e como levar os agentes a raciocinar sobre essa informação em tempo útil.

**Agente reactivo:** Um agente reactivo não inclui qualquer modelo simbólico do mundo, nem requer raciocínio simbólico complexo. O agente comporta-se como um autómato inserido no ambiente que o rodeia, baseado numa lógica modal do conhecimento. O agente reactivo realiza as suas decisões “em tempo real”, geralmente com base num conjunto de informação muito limitado, e regras simples de situação/acção que têm o nome de comportamentos. Não necessita de qualquer representação simbólica do mundo, efectuando todas as suas decisões com base em informação proveniente de sensores.

**Agente híbrido:** Enquanto os agentes puramente reactivos têm uma limitação muito importante, que se prende com a dificuldade em implementar um comportamento direccionado a um objectivo, os agentes puramente deliberativos são baseados em mecanismos de raciocínio muito complexos e tornam-se, por vezes, incapazes de uma reacção imediata a estímulos do exterior. Um agente híbrido combina estas duas componentes, e caracteriza-se por uma arquitectura composta por níveis ou camadas. A possibilidade de realizar uma disposição por níveis é uma ferramenta poderosa de estruturar as funcionalidades e controlo do agente. A

ideia principal é categorizar as funcionalidades do agente em camadas dispostas hierarquicamente onde geralmente a camada reactiva tem alguma prioridade sobre a camada deliberativa, de modo a permitir uma resposta rápida aos eventos mais importantes detectados no ambiente.

Neves e Oliveira [40] propõem esta solução para controlar um robô móvel deslocando-se em ambientes não totalmente previsíveis. A componente deliberativa tem aqui como função guiar o comportamento da componente reactiva, através de sugestões de planos a realizar, ou mesmo alterando as regras de situação/acção que esta componente reactiva contém. Poderá no entanto a componente reactiva, em certas situações de emergência, sobrepor-se à componente deliberativa. Os agentes híbridos, e porque a sua arquitectura apresenta uma disposição de componentes em níveis, podem ser incrementados dinamicamente, por adição de planos que são criados quando ocorrem eventos externos específicos, ou alterações no estado interno do agente.

### 4.3 Arquitectura BDI

A arquitectura BDI revela-se particularmente importante na discussão do presente trabalho e por isso é incluída, nesta secção, uma breve descrição. A arquitectura BDI (*Belief-Desire-Intention*) [54] é uma arquitectura deliberativa, onde os chamados estados mentais do agente apresentam um papel central. A ideia básica desta aproximação é o conseguir descrever o estado interno de processamento de um agente através de um conjunto de estados mentais, e definir a arquitectura de controlo através da qual o agente selecciona o seu curso de acção. Os estados mentais adoptados na definição das arquitecturas BDI, diferem de autor para autor. Todavia, a noção de crença (*“belief”*), desejo (*“desire”*) e intenção (*“intention”*) são aceites unanimemente, até porque estão na origem do nome atribuído a esta classe de arquitecturas de agentes. No entanto, convém referir que o estado mental intenção não é visto como um estado básico por Cohen e Levesque [14], que optam por o caracterizar em termos de crenças e objectivos. Uma breve descrição de cada um destes conceitos é apresentada nos pontos seguintes.

**Crença:** As crenças de um agente referem-se ao que o agente acredita ser possível em determinado momento, e descrevem a perspectiva do agente sobre o estado do ambiente.

As crenças representam *informação*.

Um outro conceito relacionado com a crença é o conceito de conhecimento. O conhecimento do agente é geralmente definido como sendo uma crença verdadeira.

**Desejo:** Os desejos de um agente referem-se ao que o agente deseja obter, não necessitando conhecer como o realizar. Os desejos podem ser, num dado momento, inconsistentes.

Os desejos representam *motivos*.

Um outro conceito relacionado com o desejo é o conceito de objectivo. Os objectivos de um agente resultam de um processo de raciocínio, por parte do agente, que consiste numa escolha de um subconjunto dos desejos que são consistentes e atingíveis.

**Intenção:** As intenções referem-se a um conjunto de acções ou tarefas que o agente seleccionou, comprometendo-se assim na realização dos seus objectivos. As intenções devem ser consistentes internamente.

As intenções representam o *resultado da deliberação*.

O comportamento de um agente BDI é ditado pelas relações existentes entre os três estados mentais básicos: crença, desejo e intenção. Na literatura são identificados três tipos de comportamento nestes agentes [55]:

**Realismo forte:** O conjunto de intenções é um subconjunto do conjunto de desejos, que é, por sua vez, influenciado por um subconjunto das crenças. Quer isto dizer que se um agente não acredita em algo, nunca irá desejar ou intencionar esse algo.

$$DESEJA(p) \Rightarrow ACREDITA(p)$$

$$INTENTA(p) \Rightarrow DESEJA(p)$$

**Realismo:** O conjunto de crenças é um subconjunto do conjunto dos desejos que é, por sua vez, influenciado por um subconjunto do conjunto de intenções. Quer isto dizer que se um agente acredita em algo, então deseja e intenta esse algo.

$$ACREDITA(p) \Rightarrow DESEJA(p)$$

$$DESEJA(p) \Rightarrow INTENTA(p)$$

**Realismo fraco:** É o caso entre o realismo forte e o realismo. O agente não deseja algo se a negação desse algo é acreditada; não intenta algo se a negação desse algo é desejada; e não intenta algo se a negação desse algo é acreditada.

$$DESEJA(p) \Rightarrow ACREDITA(\sim p)$$

$$INTENTA(p) \Rightarrow \sim DESEJA(\sim p)$$

$$INTENTA(p) \Rightarrow \sim ACREDITA(\sim p)$$

A arquitectura genérica de um agente BDI [72] é constituída pelos seguintes sete componentes: conjunto de crenças, função de revisão de crenças, função de geração de opções, conjunto de opções, função de filtragem e função de selecção de acção.

**Conjunto de crenças:** Representa a informação que o agente possui sobre o ambiente.

**Função de revisão de crenças:** Função que actualiza o conjunto de crenças, de acordo com novos eventos e crenças actuais do agente.

**Função de geração de opções:** Função que determina as opções (desejos) disponíveis para o agente, com base nas suas crenças e intenções actuais. É o processo onde o agente decide como actuar, para satisfazer as suas intenções. Algumas das opções resultantes desta função tornar-se-ão intenções, e servirão de *feedback* para geração de novas opções, resultando na geração de opções mais concretas. O agente irá considerar assim comprometer-se a intenções progressivamente mais específicas, até que o conjunto das suas intenções corresponda a acções imediatamente executáveis. Esta função deve apresentar-se:

**Consistente:** As opções geradas devem ser consistentes com crenças e intenções actuais.

**Oportunista:** Deve ser capaz de reconhecer quando o ambiente se altera de modo a oferecer ao agente novas formas de satisfação das suas intenções, ou a possibilidade de atingir intenções que eram inatingíveis.

**Conjunto de opções:** Representam os possíveis cursos de acção disponíveis para o agente (desejos).

**Função de filtragem:** Esta função representa o processo de deliberação do agente, que determina as intenções deste com base nas suas crenças e desejos actuais. É o processo onde o agente decide o que fazer. Actualiza as intenções do agente, com base nas suas intenções prévias, crenças e desejos actuais. Esta actualização implica a desistência de intenções que deixam de ser atingíveis ou apresentam um custo demasiado elevado; e ainda a adopção de novas intenções que resultaram da adopção de novas opções.

**Conjunto de intenções:** Representa os estados que o agente está actualmente comprometido a tentar obter.

**Função de selecção de acção:** Esta função determina qual a acção a realizar em cada momento com base nas intenções actuais do agente.

Refere-se ainda uma outra categorização dos estados mentais de um agente, realizada a um nível superior, de acordo com o conceito de atitude [71]. Segundo estes autores, os estados mentais de um agente podem ser incluídos em duas classes: atitude de informação e pró-atitude.

**Atitude de informação:** Atitudes relacionadas com a informação que o agente possui sobre o mundo no qual está inserido. Nesta categoria inclui-se a *crença* e o *conhecimento*.

**Pró-atitude:** Atitudes que, de alguma forma, guiam as acções do agente. Nesta categoria, inclui-se o *desejo*, a *intenção*, a *obrigação*, o *compromisso* e a *escolha*.

### 4.3.1 Compromisso em agentes BDI

Para melhor compreender a distinção entre os conceitos de objectivos e intenções, já referidos anteriormente, surge a noção de compromisso. Um agente está sempre comprometido com as suas intenções, e não, obrigatoriamente, com os seus objectivos. Este compromisso dita se o agente irá persistir com as suas intenções e, se sim, por quanto tempo. Determina ainda o modo como as intenções são revistas e actualizadas. As condições de término de um compromisso, classificam estes em três tipos diferentes: compromisso cego, compromisso honesto e compromisso aberto.

**Compromisso cego:** O agente mantém a intenção até que acredite que atingiu essa intenção.

**Compromisso honesto:** O agente mantém a intenção enquanto acreditar que esta ainda pode ser atingida.

**Compromisso aberto:** O agente desiste da intenção, não só se já não acredita que esta possa ser atingida, mas também se a intenção já não for um objectivo.

### 4.3.2 Agentes BDI sociais

A existência de outros agentes no sistema levanta problemas adicionais ao processo de deliberação de um qualquer agente, pois é necessário raciocinar sobre as intenções dos outros, e possivelmente, sobre as intenções de conjuntos de agentes que se juntam em actividades de grupo. Os parágrafos seguintes referem dois trabalhos relevantes nesta área.

Norman [44] introduz a noção de acordos entre agentes, que se baseia em direitos e acções a ser realizadas. As acções que um agente pode realizar para atingir os seus objectivos sem incorrer em penalidades impostas pelos outros membros da sociedade, são determinadas pelas acções que é capaz de executar e tem direito a realizar. Os agentes podem ainda delegar acções, isto é, dar permissão a outros agentes para executar acções que apenas eles têm direito a executar. Os agentes envolvidos num acordo têm de se comprometer a agir em conformidade com esse acordo. Para assegurar a estabilidade da actividade do grupo, aos agentes que estão envolvidos num acordo, é requerida uma noção de compromisso de grupo para agir em concordância com o acordo. Tal compromisso de grupo assegura que cada agente inserido no grupo está obrigado a fazer cumprir a sua parte no acordo.

Castelfranchi [11] faz uma distinção entre *compromisso individual*, *compromisso social* e *compromisso colectivo*.

**Compromisso social:** Um compromisso social não é apenas um compromisso individual partilhado por mais que um agente. O compromisso social é definido como

uma relação entre pelo menos três agentes e uma acção: o agente  $x$  compromete-se para com o agente  $y$  a realizar acção  $a$ , e o agente  $z$  é aquele com quem  $x$  estava inicialmente comprometido.

**Compromisso colectivo:** O compromisso colectivo é o compromisso individual de um conjunto de agentes a uma determinada intenção, existindo conhecimento da sociedade sobre esse facto. Assim, um compromisso colectivo pode ser visto como a junção de três parcelas: um compromisso social de cada um dos agentes com a sociedade, um compromisso social de cada um dos agentes com cada um dos outros, e um compromisso individual de cada um dos agentes com a sua acção.

## 4.4 Sistemas Multi-Agente

Após a introdução da noção de agente como uma entidade computacional inteligente nas secções anteriores, esta secção discute como tais entidades são capazes de se comportar quando inseridas num grupo. Um sistema multi-agente (SMA) pode ser definido como um grupo de agentes que combinam as suas competências e cooperam com o intuito de satisfazer um objectivo comum. A adopção de mecanismos de cooperação eficiente atribuem ao sistema multi-agente uma capacidade superior à soma das capacidades individuais dos agentes, pois o desempenho emerge através das interacções dinâmicas que ocorrem naturalmente entre os agentes individuais.

### 4.4.1 Motivação para um Sistema Multi-Agente

As soluções centralizadas podem permitir um controlo local sobre a totalidade do sistema. A separação física pode impedir que um nó tenha conhecimento do estado global do sistema, num dado instante, devido a falhas ou atrasos na comunicação.

No entanto, existem situações em que a solução centralizada é impossível de obter, ou não é desejável. As aplicações distribuídas são geralmente mais fáceis de entender, desenvolver e modificar. São ainda mais robustas e tolerantes a falhas. Assim, soluções distribuídas são geralmente adoptadas quando:

- O problema a resolver é uma composição de sub-problemas. As entidades ou aplicações competentes para a resolução dos diferentes sub-problemas encontram-se geograficamente distribuídas.
- O problema é de complexidade ou dimensão extremamente elevada para ser executado por uma única entidade. As operações de desenvolvimento, alteração ou verificação do sistema apresentam um desempenho substancialmente melhorado se realizadas sob módulos de dimensão e complexidade reduzida.

Um sistema distribuído obriga a uma interacção constante entre os seus membros, partilhando competências, com vista à resolução conjunta de um problema. Um dos principais problemas que se colocam na actuação de um sistema distribuído é o problema da comunicação entre os seus membros. Qual o meio de comunicação a utilizar? Qual a informação a transmitir, de forma a que aplicações heterogéneas se entendam mutuamente?

#### 4.4.2 Interacção entre agentes

O conceito de agente suscita a noção de autonomia, adaptabilidade e cooperação. É esta noção de cooperação que permite a formação de comunidades de agentes que, em conjunto, são capazes de resolver problemas que individualmente não conseguiriam. Os sistemas (ou agentes) podem interagir se são capazes de trocar mensagens entre si, e entender o seu significado. O conceito de interacção é descrito em [1] como:

Dois componentes  $X$  e  $Y$  podem interoperar se  $X$  pode enviar pedidos  $R_i$  de serviços a  $Y$ , com base num entendimento comum de  $R_i$  por parte de  $X$  e  $Y$ , e se  $Y$  pode retornar respostas  $S_i$  a  $X$ .

A interacção entre os agentes é construída na partilha de conhecimento que inclui quer a comunicação de conhecimento, quer o entendimento comum desse conhecimento. A interacção entre agentes num SMA obriga assim à satisfação dos seguintes requisitos:

- Plataforma de comunicação
- Linguagem de comunicação
- Ontologia

Estes pontos são discutidos nas secções seguintes.

### 4.5 Plataforma de Comunicação

A plataforma de comunicação disponibiliza o meio de transmissão de informação entre os diversos agentes que constituem o sistema multi-agente. Porque os agentes são geralmente heterogéneos, a interoperabilidade é também um factor a ter em conta no desenvolvimento de uma plataforma de comunicação.

Diversas plataformas de comunicação foram sendo desenvolvidas, procurando suportar a ligação de entidades não apenas distribuídas, mas também heterogéneas. Existe ainda uma outra classe de plataformas de comunicação que foram desenvolvidas com o intuito de suportar a ligação de entidades distribuídas inteligentes (agentes).

### 4.5.1 Bee-gent

O Bee-gent[6][36] (*Bonding and Encapsulation Enhancement Agent*) é uma plataforma Java desenvolvida pelo *Computer & Network Systems Laboratory* da Toshiba. Ao contrário de outras plataformas que apenas utilizam algumas das capacidades dos agentes, o Bee-gent “agentifica” a comunicação entre aplicações. As aplicações tornam-se agentes e as mensagens são transportadas por agentes. Assim, o Bee-gent permite construir ambientes distribuídos flexíveis, otimizando o uso de aplicações existentes.

Cada vez mais, uma grande variedade de aplicações, como servidores Web, bases de dados, sistemas de gestão, etc., são conectados através da Internet, *intranets* e outros sistemas de rede. No entanto, é necessário coordenar a actividade destas entidades díspares. Os sistemas distribuídos convencionais baseiam-se na troca de mensagens em ligações permanentes e, como tal, fornecem uma eficiência limitada quando se pretende usar um número elevado de aplicações distintas.

O Bee-gent fornece às aplicações a capacidade de comunicação em rede através da sua “agentificação”, isto é, fornecendo-lhes um interface que transforma as aplicações em agentes. Suporta assim comunicação baseada em agentes entre aplicações, facilitando a cooperação e a resolução dos problemas. Isto é conseguido de um forma aberta e flexível, tornando o Bee-gent numa solução apropriada ao processamento cooperativo na Internet.

A plataforma disponibiliza dois tipos de agentes:

**“Agent Wrappers”**: Usados para agentificar as aplicações existentes, fornecendo-lhes um interface comum.

**“Mediation Agents”**: Suportam a coordenação entre aplicações, tratando das comunicações. Podem mover-se de uma aplicação para outra, interagindo com os *Agent Wrappers*.

Os *Agent Wrappers* aumentam a interoperabilidade entre diferentes aplicações e facilitam o desenvolvimento de sistemas distribuídos. Gerem os estados das aplicações que estão a envolver, invocando-os quando necessário. Assim, a coordenação entre aplicações é gerida pelos *Agent Wrappers* gerando e recebendo pedidos, que são transportados pelos *Mediation Agents*. Os *Mediation Agents* fazem mais do que simplesmente transportar mensagens. São capazes de responder à natureza do pedido para determinar a melhor acção a executar.

Os *Mediation Agents* são agentes móveis que podem migrar no sistema, mantendo os seus procedimentos de coordenação, informação e estado. Podem assim trocar informação com as aplicações locais, através dos *Agent Wrappers*, reduzindo a comunicação na rede. Possuem, no entanto, a capacidade de enviar e receber mensagens remotas, se a troca de mensagens for mais eficiente que a migração.

O procedimento típico para o desenvolvimento de sistemas distribuídos para a coordenação de aplicações, usando o Bee-gent, pode ser descrito nos seguintes passos:

1. Determinar o objectivo a atingir e quais as aplicações a usar.  
Neste primeiro passo deve ser determinado qual o objectivo global do sistema e que serviços este disponibilizará. Devem ainda ser identificados os diversos componentes do sistema (bases de dados, servidores Web, etc.).
2. Definir os procedimentos de coordenação das aplicações.  
Deve ser determinada a forma como as aplicações serão usadas para fornecer um dado serviço. Assim, deve ser definida a sequência de comunicações para cada aplicação.
3. Definir os comportamentos dos *Mediation Agents*.  
Os procedimentos de coordenação para cada um dos serviços são instanciados no comportamento dos *Mediation Agents*. Por exemplo, existe inicialmente um *Mediation Agent* na aplicação *A*, à qual foi requisitado um determinado serviço. O *Mediation Agent* recebe a notificação do pedido através do *Agent Wrapper*, e determina a melhor forma de lidar com o pedido, por exemplo, requisitar à aplicação *B* que execute a operação  $op_b$ .  
O *Mediation Agent* migra para a aplicação *B* e requisita que a operação  $op_b$  seja realizada. Este pedido é tratado pelo *Agent Wrapper* da aplicação *B*.  
Com base nos resultados desta acção, o *Mediation Agent* determina as acções subsequentes, caso seja necessário. Quando todas estas acções estiveram concluídas e o serviço requisitado à aplicação *A* tiver terminado, o *Mediation Agent* migra de volta à aplicação *A*, devolvendo-lhe o resultado.
4. Definir o procedimento local a cada aplicação.  
O estado inicial e final de cada aplicação e o procedimento local necessário para responder aos pedidos dos *Mediation Agents* são descritos no comportamento dos *Agent Wrappers*.

O Bee-gent usa protocolos de interacção para representar as actividades de coordenação entre os diversos agentes. Os protocolos de interacção são descrições dos processos de interacção, envolvendo troca de mensagens, que permitem a resolução de problemas através de diferentes componentes do sistema. Um protocolo de interacção representa as interacções de cada componente com os seus congéneres no sistema. Um protocolo de interacção apresenta os seguintes problemas:

- É necessário garantir a consistência entre todos os protocolos de interacção, de todos os componentes.
- Cada protocolo de interacção, de cada componente, mistura interacção global com procedimentos locais.

No entanto, nos protocolos de interacção do Bee-gent:

- Os processos de interacção para a resolução de problemas estão descritos nos *Mediation Agents*, de forma centralizada.
- Os procedimentos locais são descritos, distribuídos ao longo do sistema, nos *Agent Wrappers*.

É assim mais simples assegurar a consistência dos processos de interacção, processos de resolução de problemas e procedimentos locais. Como resultado, o desenvolvimento, alteração e manutenção dos sistemas implementados é simplificado.

A utilização de *Mediation Agents* e a agentificação de aplicações pelos *Agent Wrappers* torna todos os componentes de um sistema distribuído em agentes, facilitando o comportamento autónomo de cada parte do sistema e traz a flexibilidade necessária para tentar soluções alternativas no caso do plano inicial de resolução do problema falhar. Para além disso, permite que novos componentes sejam introduzidos dinamicamente no sistema.

A troca de informação é realizada através de notação XML. Os agentes interpretam as mensagens XML recebidas, de forma a perceber o conteúdo da mensagem. É assim possível definir todo o tipo de mensagens entre os agentes, não havendo limitação no desenvolvimento do sistema a um conjunto de mensagens disponibilizado pela plataforma. Tudo o que é necessário é definir o DTD correspondente e dá-lo a conhecer ao emissor e receptor da mensagem.

### 4.5.2 CORBA

O CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) permite a interoperabilidade de objectos entre ambientes heterogéneos. Nesta arquitectura, as aplicações distribuídas são vistas como objectos, isto é, uma entidade fechada, cujas funcionalidades são visíveis para o exterior através de interfaces bem definidas. Os objectos são assim especificados, por meio de uma interface descrita num alto nível de abstracção, em termos das suas características externamente visíveis, independentemente da implementação. Esta interface é descrita numa linguagem declarativa, denominada IDL (*Interface Definition Language*).

O objectivo do CORBA é tornar standard a interface dos serviços ou funcionalidades de cada uma das aplicações do sistema, publicitando para o exterior estas funcionalidades, e ao mesmo tempo permitindo que a implementação seja realizada de forma independente. Esta arquitectura facilita a comunicação entre aplicações distribuídas, disponibilizando um conjunto de serviços adicionais que permitem esconder a localização das aplicações, o modo como estas são implementadas e mesmo qual o mecanismo de comunicação usado. A comunicação entre aplicações é realizada simplesmente pelo

envio, para a arquitectura CORBA, da descrição IDL referente ao serviço pretendido. É da responsabilidade da plataforma CORBA encontrar a aplicação que satisfaz os requisitos desse pedido, realizar o pedido, e retornar o resultado à aplicação cliente.

### 4.5.3 Jini

O Jini, uma tecnologia da *Sun Microsystems*, tem o objectivo de aumentar o nível de abstracção na programação de sistemas distribuídos, transformando programação em rede em programação orientada a objectos.

Normalmente, os sistemas operativos estão associados a computadores com um processador, alguma memória e um disco. Cada vez mais estão a surgir no mercado computadores com outro conceito. São dispositivos embebidos que possuem um processador, alguma memória e ainda uma ligação à rede. Não têm disco! Esta tendência centrada na rede, em vez de centrada no disco, vem afectar toda a organização de software existente. É neste contexto que surge o Jini.

O Jini é um conjunto de APIs e protocolos de rede que auxiliam a construção e a disposição dos sistemas distribuídos que estão organizados como uma *federação de serviços*. No Jini, um serviço pode ser qualquer coisa que se situa na rede e está pronta para desempenhar uma função com utilidade. Uma federação de serviços é, então, um conjunto de serviços, disponíveis na rede a um dado momento, que podem ser usados por um cliente (programa, serviço ou utilizador) para desempenhar alguma tarefa. O termo federação deriva do facto do Jini não usar uma autoridade de controlo central.

Em vez de uma autoridade central, a infra-estrutura do Jini oferece uma forma dos clientes e serviços se localizarem entre si, através de um *serviço de procura*. Os serviços de procura são os mecanismos de organização central para sistemas baseados em Jini:

- Quando novos serviços se tornam disponíveis na rede, registam-se no serviço de procura.
- Quando os clientes desejarem localizar um serviço, consultam o serviço de procura.

É usado um protocolo ao nível de rede, denominado *discovery*, que permite a clientes e serviços localizarem os serviços de procura, e dois protocolos ao nível dos objectos, o *join* e o *lookup*. O *join* permite que um serviço efectue o seu registo num serviço de procura, enquanto que o *lookup* permite que um cliente questione o serviço de procura quando necessita de um determinado serviço.

Todos estes componentes são conectados através de uma rede, que normalmente é uma rede TCP/IP. (A especificação do Jini é independente do protocolo de rede mas

a implementação actual é o TCP/IP). O código move-se entre estes componentes, recorrendo à serialização e ao suporte a *sockets* do Java para enviar e receber objectos.

Os objectos, existentes numa máquina virtual Java, podem ter de invocar métodos de objectos noutra máquina virtual. Na maioria das vezes isto é implementado usando RMI (*Remote Method Invocation*), apesar da especificação do Jini não o exigir.

#### 4.5.4 Análise Comparativa

Todas estas plataformas têm como objectivo a construção de sistemas distribuídos abertos que tornem possível o uso de serviços prestados por aplicações, através de uma rede de comunicação. Para tal, fornecem diversos mecanismos para a interconexão de objectos, homogéneos ou heterogéneos, distribuídos na rede.

No entanto, é importante não só permitir a interconexão de objectos, como também desenvolver actividades de coordenação dos objectos, disponibilizando sistemas que fornecem novos serviços, obtidos pela coordenação destes objectos. O desenvolvimento de actividades de coordenação significa o desenvolvimento de procedimentos de interacção entre objectos que realizam os serviços.

A principal característica do Bee-gent é assegurar o desenvolvimento e modificação das actividades de coordenação sem perda de consistência.

O CORBA realiza a comunicação entre objectos heterogéneos pela transformação das mensagens no interface standard. No modelo de comunicação do CORBA os destinos das conexões são preparados como *stubs* IDL no lado do cliente e *skeletons* IDL no lado dos servidores e a invocação desses objectos resulta numa comunicação efectiva com os destinos.

No modelo de comunicação do Jini os destinos das conexões são fornecidos como *proxies* pelo serviço de procura e a invocação desses objectos resulta numa comunicação efectiva com os destinos.

No entanto, no Bee-gent os novos serviços são usados através dos *Mediation Agents*, programados com os procedimentos de coordenação das aplicações, isto é, como usar os objectos. No modelo de comunicação do Bee-gent não são unidades individuais de comunicação, mas procedimentos de como comunicar com cada um dos destinos, que são programados nos *Mediation Agents*. Estes movem-se para cada um dos destinos e comunicam com eles de acordo com os protocolos de interacção.

O Bee-gent fornece um mecanismo de comunicação baseado na troca de mensagens XML/ACL que expressam a semântica da FIPA ACL numa sintaxe XML. Adotar uma linguagem de comunicação de agentes permite a comunicação entre diversos elementos sem a necessidade de definir interfaces para todos os métodos fornecidos pelos outros elementos.

## 4.6 XML como Linguagem de Comunicação

### 4.6.1 Comunicação entre Agentes

Agentes autónomos cooperam através do envio de mensagens que incluem conceitos retirados de uma ontologia do domínio. Um formato padrão das mensagens, com uma estrutura com significado e semântica tornou-se num aspecto fulcral para que os agentes se entendam mutuamente. É ainda necessário que o formato das mensagens seja aceite não só pela comunidade de investigadores mas também pelos fornecedores dos conteúdos.

Como o XML (*Extensible Markup Language*) já se tornou num standard para a troca de informação na Web, foi adoptado, neste sistema, como o formato das mensagens na comunicação entre os agentes. Os agentes enviam e recebem informação através de mensagens XML, com um formato FIPA ACL. As etiquetas XML dividem a informação em partes com uma estrutura com significado e uma semântica acordada por ambas as partes.

O poder do XML, o seu papel no comércio electrónico, e mesmo o uso de XML para a comunicação entre agentes já foram amplamente reconhecidos. No entanto, apesar do XML permitir estruturar semanticamente informação com significado necessita de ser baseado numa ontologia adequada. De uma forma geral, uma ontologia de um domínio fornece um conjunto de conceitos que podem ser requisitados, anunciados e usados para controlar o comportamento de coordenação dos agentes. Estes conceitos podem ser assinalados usando etiquetas XML que estão na base da interpretação das mensagens. A estrutura e semântica das mensagens usada num problema particular do domínio são representadas pelos DTDs correspondentes.

A forte ligação do XML à computação na Internet e a sua crescente popularidade estão na base do desenvolvimento de um elevado número de ferramentas de edição, visualização e processamento de documentos XML. Muitas destas ferramentas são gratuitas e, uma boa parte, implementadas ou direccionadas para a utilização em Java, o que torna este formato de representação da informação interessante no desenvolvimento de aplicações baseadas nesta linguagem. Apesar dos documentos XML serem primariamente destinados ao processamento automático, a sua representação estruturada torna-os igualmente acessíveis aos humanos. Esta característica é particularmente útil em tarefas de inspecção e depuração de um sistema.

### 4.6.2 Benefícios do XML nos Seguros

A padronização da representação e transferência da informação é crucial tanto para o comércio electrónico B2B como B2C. O XML é independente da plataforma e das aplicações usadas e não depende de nenhum vendedor em particular. Baseia-se em tecnologias standard como o SGML (*Standard Generalized Markup Language*) para a

sintaxe, URIs (*Uniform Resource Identifier*) para os identificadores, EBNF (*Extended Backus-Naur Form*) para a gramática e Unicode para a codificação dos caracteres.

A vantagem da informação ser independente de uma plataforma, aplicação ou vendedor em particular é que pode ser transformada de forma a produzir diferentes tipos de saída para diferentes meios (browser Web, papel, CD-ROM, etc.) sem existir a necessidade de alterar o seu conteúdo. Quando são necessárias modificações apenas a versão original do documento necessita de ser editada antes da nova publicação nos vários meios. Isto traduz-se em eficiência e facilidade de manutenção, sem os problemas inerentes ao controlo de versões e ao esforço de fazer alterações nas versões para um meio específico de publicação.

O comércio electrónico de seguros exige a comunicação com outras companhias, o que muitas vezes se pode tornar num desafio. O XML simplifica a comunicação entre organizações pelas seguintes razões:

- O único aspecto que tem de ser mutuamente acordado é o vocabulário XML que é usado para representar a informação.
- Nenhum companhia necessita saber como é que os sistemas internos (plataformas, sistemas operativos, linguagens de programação, etc.) das restantes companhias estão organizados, o que para além de não colocar um fardo técnico adicional permite manter a privacidade. Tudo o que é necessário é que cada companhia transforme os documentos XML no formato usado internamente.
- As soluções baseadas em XML são escaláveis. Se houver uma adição de uma companhia não é necessário interagir com o sistema da nova companhia. Tudo o que é necessário é que a nova companhia siga o vocabulário XML.

Uma das principais vantagens de ter negócios na Web é alargar a base de potenciais clientes sem a necessidade de possuir escritórios físicos espalhados pelos mercados a atingir. No entanto, para comunicar com os clientes é necessário “falar” a linguagem da região a atingir. Com o suporte Unicode do XML, os sítios Web podem ser multilingue. O XML inclui um método para assinalar qual a língua e codificação que estão a ser usadas no documento.

O XML proporciona oportunidades às companhias seguradoras, inexistentes anteriormente. Informação que estava armazenada em fontes díspares e considerada como não integrável, pode ser transformada no formato XML. Através desta consolidação de diferentes fontes de informação passa a ser possível explorar essa nova informação. Fornece às companhias seguradoras uma forma poderosa de transaccionar, gerir e trocar informação através da Web.

O XML é bastante menos dispendioso que outras alternativas de troca de informação, tal como o *Electronic Data Interchange* (EDI), tornando possível a participação no mercado electrónico de companhias de menor dimensão e capacidade de investimento.

## 4.7 Ontologia

A partilha de informação entre agentes requer mais do que um formato comum e uma linguagem de comunicação. Os agentes, como entidades autónomas especializadas num aspecto particular do problema, possuem geralmente diferentes modelos do mundo nos quais os objectos e propriedades podem ser conceptualmente diferentes. É necessário que os agentes concordem num modelo do mundo, de forma a assegurar um entendimento correcto e mútuo da informação a tratar, isto é, que acordem numa *ontologia* comum. Com uma linguagem de comunicação comum, um conteúdo de linguagem comum e uma ontologia partilhada, os agentes conseguem comunicar entre si na mesma forma, na mesma sintaxe e com o mesmo entendimento do mundo. É esta última questão, ontologia, que é discutida nesta secção.

Ontologia é a especificação explícita de uma conceptualização [27]. Por conceptualização entende-se a visão simplificada e abstracta do mundo, onde se representam formalmente os objectos, conceitos e outras entidades que existem nalguma área de interesse e relações entre eles. A ontologia fornece, assim, o vocabulário de representação para um domínio específico, e ainda, um conjunto de definições e axiomas que restringem o significado dos termos nesse vocabulário, de modo suficiente para permitir uma interpretação consistente dos dados existentes no vocabulário.

Um dos estudos mais citados relativamente à construção de ontologias é sem dúvida o sistema Ontolingua [18]. Ontolingua é um sistema desenvolvido no laboratório *Stanford Knowledge Systems* que permite a descrição de ontologias numa forma que é compatível com múltiplas linguagens de representação. Este sistema permite, através da Web, o acesso a ontologias armazenadas num servidor, e conseqüente pesquisa, publicação, criação e edição.

A adopção de uma ontologia comum garante a consistência e compatibilidade da informação numa comunidade de agentes. A consistência da informação é satisfeita quando cada expressão tem o mesmo significado para todos os agentes no sistema. A compatibilidade da informação é verificada quando qualquer conceito é descrito pela mesma expressão por todos os agentes. Por estas razões a representação do conhecimento torna-se, também, num aspecto muito importante no contexto da mediação de seguros baseada em agentes.

Fundamentalmente, precisamos de uma linguagem comum que possa ser aceite por todas as seguradoras. Esta linguagem deve incluir os termos, condições, relações e categorizações dos diversos produtos e serviços das companhias seguradoras. Uma tal definição deve ser extensível, de modo a suportar a adição dinâmica de novos termos e relações ao longo do tempo. Tendo esta linguagem comum, é necessário encontrar um acordo sobre como definir um produto de forma a permitir que este seja anunciado, pesquisado e que os seus termos sejam negociados. Isto inclui definir atributos, restrições, critérios de elegibilidade, preferências e aspectos negociáveis de um produto.

No nosso sistema, um objecto é descrito por um conjunto de componentes e os componentes descritos por um conjunto de atributos instanciados com valores. O esquema usado para a ontologia permite definir objectos, componentes, atributos e valores, bem como relações entre objectos e componentes, entre componentes e atributos e entre atributos e valores. Um tal ontologia pode ser representada pela estrutura seguinte[59]:

$$Ont = \{Obj, Cmpt, Atr, Val, OC_r, CA_r, AV_r\}$$

- *Obj* é o conjunto de identificadores dos objectos existentes no mercado.
- *Cmpt* é o conjunto de identificadores dos componentes.
- *Atr* é o conjunto de identificadores dos atributos.
- *Val* é o conjunto de identificadores dos valores de um atributo. Estes são representados pela estrutura:
  - $Val = \{Tipo, Dominio\}$
  - $Tipo = \{inteiro, real, string\}$
  - $Dominio = \{continuo, discreto\}$
- $OC_r : Obj_i \rightarrow Cmpt, \forall Obj_i \in Obj$  é a relação que afecta a cada objecto em *Obj* um conjunto de componentes em *Cmpt*.
- $CA_r : Cmpt_i \rightarrow Atr, \forall Cmpt_i \in Cmpt$  é a relação que afecta a cada componente em *Cmpt* um conjunto de atributos em *Atr*.
- $AV_r : Atr_i \rightarrow Val_k, \forall Atr_i \in Atr, \exists^1 Val_k \in Val$  é a relação que afecta a cada atributo em *Atr* um valor específico em *Val*.

A necessidade de ferramentas adequadas para a construção e edição de ontologias foi já manifestada [18]. Idealmente, estas ferramentas de edição trabalharão a um nível semântico e não deixarão, por exemplo, construir modelos incorrectos. O facto de utilizarmos XML como formato de definição da ontologia, permite tirar partido da existência de um grande número de ferramentas de edição disponíveis. Apesar de algumas serem ferramentas generalistas, que não foram especificamente concebidas para a construção de ontologias, garantem a correcção do modelo, obrigando que o documento XML obedeça a uma gramática, especificada num DTD (*Document Type Definition*). O DTD especifica a estrutura de dados que tem de ser seguida nos documentos XML compatíveis, garantindo a geração de documentos bem formados (a nível sintáctico) e válidos (a nível semântico).

Ao contrário de outras aproximações [18][63], não propomos um editor de ontologias, mas a utilização de tecnologias existentes, que na nossa opinião, comportam a capacidade expressiva, adequação computacional e rigor suficiente na definição de uma ontologia para o comércio electrónico de seguros.

## 4.8 Mediação de Seguros Baseada em Agentes

### 4.8.1 Proposta

Acreditamos que o paradigma de agentes inteligentes é o mais indicado para solucionar o problema da mediação electrónica de seguros, de uma forma distribuída. Configurando uma sociedade de agentes, cada um deles com a tarefa de executar autonomamente funcionalidades específicas, um sistema de mediação de seguros é capaz não só de analisar os produtos e serviços oferecidos pelas seguradoras, como também extrair informação valiosa sobre o estado actual do mercado.

Apresentamos um sistema distribuído, baseado em agentes inteligentes, que torna possível o comércio electrónico de seguros. A nossa proposta para um mercado electrónico de seguros inclui um agente representando cada uma das seguradoras, um agente em representação do cliente e um agente para os serviços inteligentes de mediação. Nesta proposta, cada seguradora possui um controlo total dos seus agentes, assegurando que toda a sua informação estratégica permanece confidencial. O objectivo é suportar a oferta de um conjunto de produtos e serviços de várias seguradoras, sem existir a necessidade de modificar ou simplificar estes produtos e serviços em formatos rígidos, para que possam ser comercializados na Web.

Aumentando o grau de sofisticação do processo de automação, o comércio torna-se muito mais dinâmico, personalizado e sensível ao contexto. Estas alterações beneficiam clientes e seguradoras. Para o consumidor é desejável que exista software com a capacidade de encontrar, entre todas as ofertas disponíveis, o produto que mais se adequa às suas necessidades e realizar toda a interacção necessária com a seguradora para adquirir efectivamente o produto. Para as seguradoras é desejável que exista software que possa variar as suas ofertas de acordo com o consumidor em questão, com o que os seus concorrentes estão a oferecer naquele momento e com o estado actual do seu negócio.

Para que o entendimento entre os diferentes agentes no sistema seja possível, foi definida uma ontologia para o domínio dos seguros. É necessário que os agentes concordem num modelo do mundo, de forma a obter um entendimento mútuo sobre a informação trocada entre eles. Esta ontologia descreve os termos, condições e relações existentes num produto ou serviço das companhias seguradoras. Assim, um produto é descrito como um conjunto de atributos e relações entre esses atributos. Um pedido é a especificação do que o cliente pretende adquirir. Guarda atributos do cliente e detalhes sobre os seus requisitos.

Obtendo as características do cliente e os seus requisitos, o intermediário tem de encontrar um produto dentro do conjunto de produtos oferecidos pelas seguradoras. O cliente especifica um conjunto específico de restrições e, certamente, terá um conjunto de preferências em relação ao seu produto ideal. Os produtos das seguradoras definem um conjunto de critérios de elegibilidade, os quais podem excluir determinados clientes,

ou exigir informação adicional sobre o cliente. No nosso sistema, tanto os produtos como os pedidos têm atributos, restrições e preferências.

Defendemos que as comunidades de utilizadores podem ser usadas para melhorar a negociação de produtos num mercado electrónico de seguros. Neste trabalho analisamos uma técnica de *aprendizagem não supervisionada* para a construção destas comunidades. A questão que se coloca é se existe algum significado nas comunidades geradas, isto é, se associam os utilizadores a um conjunto limitado de interesses comuns. Por esta razão, usamos uma métrica para decidir quais as preferências representativas de uma dada comunidade. Esta abordagem permite que as seguradoras direcionem determinadas configurações dos seus produtos para segmentos de mercado específicos, evitando que se coloque o mesmo número de questões específicas a dados produtos, a todos os clientes de uma dada comunidade.

Para obter um acordo sobre um produto de seguros em particular é iniciado, pelo intermediário, um processo de negociação. Esta negociação é composta por diversas rondas, iniciando-se quando o intermediário envia um anúncio às seguradoras existentes no mercado. A negociação termina quando for atingindo um dado limite de tempo ou tiver sido recebida uma proposta satisfatória. Em cada ronda negocial são avaliadas, pelo intermediário, todas as propostas recebidas. Esta avaliação é realizada através de uma função multi-atributo que tem em consideração as preferências do cliente.

Um agente representativo do cliente coordena o diálogo entre o cliente e o intermediário, fornecendo informação apropriada. Oferece ao utilizador uma ferramenta flexível de navegação que permite a exploração das propostas recebidas. Esta característica é particularmente útil, uma vez que permite ao cliente expressar determinadas preferências sobre os atributos dos produtos e ver a correspondente proximidade de cada um dos produtos oferecidos. O resultado é uma lista ordenada de produtos, que pode ser afinada pelo cliente através da variação das suas preferências e consequente leitura do efeito que essas alterações provocaram na lista ordenada[64]. Esta ferramenta encoraja o utilizador a considerar atributos que não o prémio do seguro e ajuda-o a explorar o compromisso entre características do produto e preço. Esta ferramenta não beneficia apenas os clientes, uma vez que as seguradoras passam a ter a oportunidade de desviar a atenção dos clientes para as características distintivas dos seus produtos e não apenas o preço[28].

#### 4.8.2 Fases do Problema de Mediação

O nosso modelo para as actividades de mediação divide o processo de interacção entre clientes e seguradoras nas seguintes fases:

**Fase 1:** O Agente do Cliente, instruído pelo utilizador, solicita ao Agente Intermediário que aconselhe o cliente na definição do seu pedido inicial. Este pedido

é acompanhado das características do cliente. O Agente Intermediário responde com o estereótipo da comunidade onde o cliente foi inserido.

**Fase 2:** Baseado no estereótipo recebido na fase anterior, o cliente define o intervalo de valores aceitáveis para os atributos do produto de seguros pretendido. Esta definição inclui atribuir um grau de importância (num intervalo de *baixa* a *alta*) a cada um dos atributos e uma ordem crescente de preferência aos valores desses atributos. O Agente do Cliente envia este pedido inicial para o Agente Intermediário.

**Fase 3:** O Agente Intermediário envia um anúncio para cada uma das seguradoras presentes no mercado, iniciando um processo de negociação. Cada seguradora, através do seu agente, responde com uma proposta. Estas propostas são avaliadas pelo Agente Intermediário, tendo em conta as preferências do cliente.

**Fase 4:** As propostas recebidas na fase anterior são ordenadas de acordo com o resultado da avaliação efectuada pelo Agente Intermediário e são enviadas ao Agente do Cliente. Este apresenta-as ao utilizador, usando um catálogo que permite que o cliente pondere todos os atributos das propostas recebidas. O cliente selecciona quais as propostas que passarão às próximas rondas da negociação e tem a possibilidade de especificar uma contra-proposta.

**Fase 5:** Com base na informação recebida na fase anterior, o Agente Intermediário volta a avaliar as propostas recebidas no fim da primeira ronda da negociação. Este passo é necessário já que o cliente pode ter alterado completamente o seu pedido inicial, por exemplo, porque tomou conhecimento de características que desconhecia. De seguida, continua o processo de negociação com as seguradoras, enviando um comentário qualitativo sobre cada proposta recebida. Em cada ronda negocial todas as propostas recebidas são avaliadas e a proposta com a maior avaliação é considerada a vencedora da ronda actual.

**Fase 6:** Quando este processo negocial termina, o Agente Intermediário inicia um diálogo com o Agente do Cliente. Esta interacção pretende conduzir o sistema a uma solução aceitável através de um processo de satisfação de restrições.

**Fase 7:** Se esta conversação tiver produzido um número válido de alternativas, o Agente Intermediário envia ao Agente do Cliente as propostas seleccionadas, ordenadas de acordo com as preferências do cliente. O utilizador pode rejeitar as propostas ou aceitar uma delas.

**Fase 8:** Se o cliente tiver seleccionado uma das propostas recebidas, o Agente Intermediário estabelece um contracto com o Agente da Seguradora vencedora.

## 4.9 Conclusão

Um sistema multi-agente, pelas características identificadas ao longo deste capítulo, revela-se um paradigma adequado à mediação electrónica de seguros:

- Os agentes representam as entidades individuais (clientes, mediador e seguradoras). Apresentam, portanto, objectivos próprios e autonomia.
- O sistema multi-agente possui um objectivo global: encontrar um produto de seguros personalizado que satisfaça ambas as partes envolvidas.

A interacção necessária entre os agentes requer a comunicação de conhecimento, bem como o entendimento comum desse conhecimento. Para tal é necessário que exista uma plataforma de comunicação, uma linguagem de comunicação e uma ontologia do domínio. Aqui, o XML apresenta importantes vantagens na mediação electrónica de seguros:

- Formato aberto, normalizado, com uma sintaxe bem definida e que suporta eficazmente a troca de dados entre sistemas heterogéneos.
- Abundância de ferramentas para criação e tratamento de documentos.
- Possibilidade de definir uma estrutura semântica dos documentos.
- Facilidade de leitura e edição por humanos.

No entanto, apesar do XML permitir estruturar semanticamente a informação a comunicar, necessita de ser baseado numa ontologia adequada.

Neste capítulo foi apresentada uma proposta de mediação electrónica de seguros baseada em agentes, bem como uma divisão desse problema em fases distintas. As vantagens desta abordagem são o oposto dos problemas descritos nos capítulos anteriores:

- Os clientes continuam a beneficiar de um leque alargado de produtos disponíveis.
- As seguradoras mantêm a flexibilidade desejada na definição dos produtos, política de preços e estratégia de mercado.
- Os mediadores mantêm o seu papel tradicional, útil para seguradoras e clientes.

No próximo capítulo é abordado o processo de negociação neste sistema multi-agente, processo esse que culmina na obtenção de propostas personalizadas, em oposição às propostas padronizadas dos serviços actualmente existentes na Web.

# Capítulo 5

## Negociação

Neste capítulo, é inicialmente realizada uma análise do conceito de negociação em sistemas multi-agente e justificada a necessidade de automatizar tal negociação num mercado electrónico. São também apresentados alguns dos mecanismos de negociação mais usuais.

No final do capítulo é apresentado o protocolo de negociação usado. A negociação é realizada sobre múltiplos componentes, descritos por múltiplos atributos. Os negociantes são seguradoras e intermediário, que se encontram num mercado competitivo e pretendem manter privado o seu modo de avaliação dos produtos em negociação.

### 5.1 Introdução

A negociação é uma forma de tomada de decisão onde duas ou mais partes pesquisam em conjunto (possivelmente em competição) um espaço de soluções possíveis com o objectivo de atingir uma solução comum e aceitável por todas as partes interessadas. Para além da linguagem de interacção, duas componentes básicas são importantes no projecto de qualquer sistema de negociação automática num mercado electrónico: protocolo de negociação e estratégias de negociação.

**Protocolo de negociação:** Especifica as “regras do jogo”, isto é, os regulamentos que guiam a interacção entre os participantes. São especificados os tipos de propostas admissíveis e estados possíveis da negociação, por exemplo aceitação de propostas ou término da negociação.

**Estratégia de negociação:** Plano de acção usado por um agente com o intuito de atingir o seu objectivo, geralmente traduzida na maximização da sua função de utilidade.

O *mecanismo de negociação* consiste no protocolo de negociação em conjunto com as estratégias de negociação dos agentes envolvidos.

Um mercado electrónico assenta, geralmente, num sistema aberto, onde os participantes estão em permanente movimento, entrando e saindo livremente do mercado. O facto de o mercado electrónico ser um sistema aberto, tem duas implicações imediatas:

- O número de participantes num mercado electrónico é ilimitado.
- O mercado é dinâmico, isto é, as ofertas e procuras alteram-se constantemente.

Neste contexto, onde o espaço de soluções é simultaneamente extenso e dinâmico, revela-se extremamente útil a negociação automática. Sem a automação do processo de negociação, a discussão de opções, inúmeras e complexas, seria proibitiva em termos de consumo de tempo.

Num mercado electrónico, a negociação automática é realizada por entidades computacionais, nas quais foram delegadas competências, sobre bens também descritos computacionalmente. Tal facto implica a consideração de dois pontos essenciais: a formulação das preferências negociais e a descrição apropriada dos bens em negociação.

**Formulação de preferências negociais:** É necessário traduzir as preferências em termos que possam ser analisados, comunicados e negociados num meio computacional. É uma tarefa especialmente difícil porque, muitas vezes, os utilizadores não possuem um valor bem definido para a utilidade de certos atributos, e mais que isso, muitas vezes alteram o seu ponto de vista à medida que a negociação decorre.

**Descrição dos bens em negociação:** Para a descrição dos bens em negociação é conveniente usar uma ontologia suficientemente clara, de forma a que não ocorra qualquer ambiguidade na identificação e correspondência da procura e da oferta no mercado. A ontologia deve capturar todos os atributos importantes dos bens, com o detalhe necessário a um bom entendimento por parte dos participantes na negociação.

## 5.2 Negociação Competitiva Vs. Cooperativa

Existem duas aproximações básicas de protocolos de negociação em sistemas de mercado: a negociação competitiva e a negociação cooperativa [28].

**Negociação competitiva:** É o processo de tomada de decisão envolvendo duas ou mais partes, na resolução de um conflito sobre um único objectivo mutuamente exclusivo. As entidades individuais tentam maximizar o seu próprio lucro, não

levando em consideração o lucro dos outros indivíduos presentes na sociedade. As entidades negociadoras focam a sua atenção em como, defendendo os seus próprios interesses, poderão adquirir a maior fatia do bolo disponível. Este tipo de negociação existe em todos os mercados de soma nula, onde a alteração do valor de utilidade do bem em negociação, geralmente definido sobre uma única dimensão, beneficia uma das partes e prejudica a outra. Este tipo de negociação é também denominado de negociação *win-lose*, isto é, as entidades tendem a maximizar a sua utilidade sem levar em consideração a utilidade dos outros participantes. A negociação que ocorre entre participantes oponentes de um leilão (vendedor e comprador) é uma negociação competitiva.

**Negociação cooperativa:** É o processo de tomada de decisão envolvendo duas ou mais partes na resolução de um conflito sobre múltiplos objectivos interdependentes, mas não mutuamente exclusivos. Este tipo de negociação permite que, por manipulação dos múltiplos objectivos em negociação, as partes envolvidas tentem aumentar o bolo disponível em vez de simplesmente tentar adquirir certas fatias. Trata-se de um mercado de soma não nula, onde o valor de utilidade do bem, uma vez que inclui múltiplas dimensões, ao sofrer alterações em diferentes direcções torna possível que todas as partes envolvidas na negociação beneficiem. Assim, é possível encontrar novos pontos no espaço de soluções que beneficiam ambas as partes. Este tipo de negociação é também denominado de negociação *win-win*. Este é o caso, por exemplo, quando a negociação ocorre entre departamentos internos de uma mesma empresa.

A negociação num mercado electrónico de seguros é, essencialmente, um problema de negociação competitiva. As empresas participantes são entidades independentes e com interesses próprios, cujo objectivo é sempre a maximização da sua utilidade.

## 5.3 Mecanismos de Negociação

### 5.3.1 Leilão

O leilão é um paradigma de interacção muito conhecido e usado em vários sistemas de negociação automática [9] [45] [60] [73]. A elevada aceitabilidade deste paradigma é explicada pela sua simplicidade e clareza, quer na compreensão das regras, quer na computação dessas mesmas regras, bem como pelo facto destas regras serem pré-definidas e conhecidas por todos os participantes. Contudo, uma grande desvantagem deste paradigma é o facto de ser usado em negociações sobre um único atributo. Outras desvantagens do leilão têm a ver com o possível surgimento de compradores fictícios e coligações [29].

Os compradores fictícios podem ser colocados no mercado pelo vendedor, para injustamente manipular o valor que o produto tem no mercado, aumentando o valor da

proposta, apenas com o objectivo de estimular os compradores reais. Estes compradores podem ser difíceis de detectar, especialmente num mercado electrónico, onde é relativamente fácil criar entidades fictícias. O facto de um leilão poder ser eventualmente ganho por um destes compradores fictícios, não traz qualquer inconveniente para o vendedor, uma vez que não perde nada e, embora não realize realmente a venda neste leilão, pode realizá-la mais tarde.

Por outro lado, os compradores podem formar coligações, enganando injustamente o vendedor. Coligações, neste contexto, são grupos de compradores que concordam em não realizar propostas uns contra os outros. Torna-se possível que a coligação consiga comprar produtos por um valor inferior àquele que seria conseguido se os compradores competissem uns com os outros. Tal como os compradores fictícios, as coligações são difíceis de detectar num mercado virtual. No entanto, poderão existir coligações de compradores perfeitamente aceitáveis quando, por exemplo, se leiloam produtos em quantidade.

A categorização de um leilão pode ser realizada segundo três dimensões: objecto da transacção, número de participantes e visibilidade das propostas.

**Objecto da transacção:** O objecto da transacção pode ser um único bem, múltiplos bens iguais ou uma combinação de diferentes bens.

**Número de participantes:** O número de participantes num leilão pode ser de um-para-muitos (leilão simples) ou de muitos-para-muitos (leilão duplo).

**Visibilidade da proposta:** As propostas em análise num leilão podem ser visíveis para todos os participantes do leilão (leilão aberto), ou visíveis apenas para o(s) leiloeiro(s) (leilão fechado).

### 5.3.2 Teoria do Jogo

Na teoria do jogo a negociação por concessão monótona é um processo de negociação iterativo. Os participantes trocam propostas e contra-propostas entre si, relativas a acordos globais a realizar por todos eles, visando atingir os seus objectivos locais a um custo o mais baixo possível [61]. Numa qualquer iteração, cada participante propõe o acordo global menos desfavorável para si nesse instante. Em nenhuma iteração, a proposta de um participante pode ter uma utilidade superior à proposta da iteração anterior, isto é, um participante é obrigado a ceder ao longo do processo de negociação.

Este mecanismo de negociação não se revela apropriado para todos os contextos, pois pressupõe a existência de dois pré-requisitos muito limitativos da sua aplicabilidade: informação perfeita e racionalidade perfeita.

Informação perfeita significa que a informação é entendida igualmente por todos os participantes, o que é evidentemente falso em muitas situações. Racionalidade

perfeita significa que os participantes são ilimitados computacionalmente, e possuem informação completa quer sobre as suas próprias opções de negociação, quer sobre as opções de negociação dos seus oponentes.

### 5.3.3 Argumentação

A capacidade mínima requerida para um agente negociador é a habilidade de realizar e responder a propostas. Uma proposta é uma possível solução para o problema actual e pode corresponder a uma única solução completa, uma única solução parcial, ou um conjunto de soluções parciais ou completas. A geração de uma proposta é realizada pela construção de argumentos para as intenções dos agentes. A negociação procura influenciar os parceiros do negócio, persuadindo-os a agir de uma forma particular.

Argumentos são expressões que têm como objectivo a alteração das intenções (e, conseqüentemente, das acções) da outra parte da negociação, o oponente. Se um agente apenas possui a capacidade de aceitar ou rejeitar propostas provenientes dos outros agentes, a negociação pode tornar-se muito longa (caso de múltiplas rondas) ou ineficiente (uma única ronda). Isto porque o proponente não consegue deduzir o porquê da proposta ter sido rejeitada, se está próximo ou muito afastado de um acordo, ou em que direcção do espaço de soluções se deve encaminhar. A eficiência do protocolo pode ser melhorada se o receptor fornecer algum comentário à proposta que recebeu em vez de simplesmente indicar se a aceita ou rejeita. Este comentário é útil para o agente proponente realizar uma nova proposta (se assim o decidir) na próxima ronda de negociação, podendo agora movimentar-se na direcção de um possível acordo. O comentário pode assumir a forma de [35]:

**Crítica:** Comentários sobre quais as partes da proposta que o agente concorda ou não concorda, por indicação de restrições em determinados atributos ou por indicação de aceitação ou rejeição de determinadas partes da proposta. Este é o caso do algoritmo *Negociação-Q* [59].

**Contra-proposta:** Proposta alternativa gerada como resposta à que foi recebida. O comentário é enviado de uma forma menos explícita, mas geralmente com maior detalhe, que no caso de uma crítica.

Porque estes construtores (que formam a base de negociação por argumentação), são declarações sem fundamento daquilo que o agente pretende obter, outros construtores foram sendo desenvolvidos e acrescentados:

- Os agentes fornecem argumentos para suporte da sua posição, com o objectivo de modificar a região de aceitabilidade do agente oponente ou a sua função de avaliação sobre essa região. Os tipos de argumentos podem ser classificados em castigo, recompensa e apelo [35]:

**Castigo:** A não aceitação da proposta por parte do agente oponente significa que algo de negativo lhe irá acontecer.

**Recompensa:** A aceitação da proposta por parte do agente oponente significa que algo de positivo lhe irá acontecer.

**Apelo:** A proposta deve ser preferível, por parte do agente oponente, sobre uma outra alternativa por determinada razão.

- Se às propostas, contra-propostas ou críticas estiver associada uma explicação [49], é mais provável que o acordo seja conseguido mais rapidamente. A explicação é uma informação adicional que indica o porquê do envio dessa proposta, contra-proposta ou crítica por parte do agente. É uma forma de justificação que o agente envia como suporte à sua posição. Estes autores também incluem o uso de meta-informação, que focaliza a pesquisa local de soluções do agente. Com a inclusão de informação sobre o porquê da objecção a determinada proposta, o agente pode estar a ajudar a outra parte da negociação a focar a sua pesquisa para outra sugestão mais aceitável. A explicação é uma forma de meta-informação, mas a meta-informação pode ser fornecida sem estar associada a qualquer proposta ou crítica.

### 5.3.4 Aproximação Heurística

Este mecanismo de negociação pressupõe que os agentes possuam um conjunto de tácticas de negociação, sendo as propostas trocadas pelos participantes geradas por uma combinação linear dessas tácticas. As tácticas definem o comportamento de negociação do agente de uma forma heurística, e são classificadas em três classes distintas [17]:

**Tácticas dependentes do tempo:** Os agentes realizam as suas propostas de acordo com o tempo que dispõem para negociar.

**Tácticas dependentes de recursos:** Os agentes realizam as suas propostas com base na disponibilidade de um determinado recurso. Estas tácticas são semelhantes às dependentes do tempo, só que o domínio da função usada é a quantidade de um recurso que não o tempo (por exemplo, o número de participantes activos).

**Tácticas dependentes do comportamento:** Os agentes procuram imitar o comportamento dos seus oponentes.

Combinações lineares destas tácticas podem variar dinamicamente, e por adaptação à situação concreta, dando origem a uma estratégia [10].

## 5.4 Aprendizagem e Negociação

Se o programador tem um conhecimento completo sobre o ambiente que o agente vai enfrentar, toda a “inteligência” requerida pode ser directamente implantada no agente. Quando isto não acontece, a aprendizagem permite que o agente adquira os conhecimentos que necessita [62]. Neste caso, a construção do agente passa pela implementação de um algoritmo de aprendizagem.

A aprendizagem é um campo da Inteligência Artificial que pretende aumentar a capacidade dos programas, de modo a que sejam capazes de lidar com situações nunca antes experimentadas. Esta área inclui uma vasta gama de metodologias e algoritmos de aprendizagem, que podem ser classificados segundo diversos parâmetros, por exemplo, a estratégia de aprendizagem subjacente, a representação do conhecimento e o domínio de aplicação[39].

Segundo Russel e Norvig [62], podemos dividir o processo de aprendizagem em três categorias distintas:

**Aprendizagem supervisionada:** Aprendizagem efectuada a partir de exemplos fornecidos por um supervisor externo. Estes exemplos são normalmente referidos como o conjunto de treino, contendo pares de entrada/saída. A aprendizagem consiste em induzir uma determinada função, procedimento ou regra de decisão, a partir do conjunto de treino constituído por instâncias, que permita classificar de forma aceitável um novo item de entrada.

**Aprendizagem por reforço:** Na aprendizagem por reforço os agentes aprendem através de interações de tentativa e erro com o ambiente [65]. Contrariamente à aprendizagem supervisionada, não são requeridos exemplos de pares entrada/saída da função a ser aprendida mas, em vez disso, o sistema recebe do ambiente uma avaliação para cada acção seleccionada num determinado estado. O ambiente transmite um *feedback* que funciona como uma crítica, a usar pelo agente no processo de aprendizagem. A aprendizagem por reforço é baseada na ideia de recompensar acções que produzam bons resultados e punir acções que produzam maus resultados.

**Aprendizagem não supervisionada:** Os métodos de aprendizagem não supervisionada não exigem a pré-classificação dos exemplos de treino. Estes métodos constroem grupos de exemplo que partilham características comuns. Quando a coesão de um grupo é alta, isto é, os seus exemplos são semelhantes, é criada uma nova classe de exemplos a partir desse grupo.

### 5.4.1 Sistemas Exemplo

Em [74] é descrito o sistema *Bazaar*. É um sistema para negociação bilateral e de múltiplos atributos. A negociação é modelada explicitamente como uma tarefa

sequencial de tomada de decisão, usando actualizações Bayesianas como mecanismo de aprendizagem subjacente. Neste sistema os agentes possuem informação acerca das condições evolutivas do ambiente e dos modelos de outros agentes. A aprendizagem Bayesiana é utilizada para actualizar o conhecimento e crença que cada agente tem, sobre o ambiente e outros agentes. Um exemplo de informação sobre um oponente, num processo de negociação para a transacção de um determinado produto, é o valor do seu preço de reserva. O comprador não sabe qual é o preço de reserva do vendedor, dado que esta informação é privada. Contudo, ele é capaz de alterar a sua crença acerca desse preço de reserva, através das suas interacções com o vendedor e do seu conhecimento sobre o domínio na área daquele negócio. A actualização Bayesiana é probabilística e ocorre quando o comprador recebe novos sinais do ambiente ou do vendedor, nomeadamente através da troca de propostas e contrapropostas. O conhecimento do domínio é fundamental, para que esta informação possa ser utilizada de forma eficiente.

Em [37] é utilizado um modelo de negociação em que os agentes fazem variar os valores das suas propostas com base em determinados critérios, modelados por funções parametrizáveis chamadas táticas, que podem ser combinadas de uma forma ponderada. Uma estratégia é definida como uma função que altera os pesos das táticas a utilizar em cada instante. A aprendizagem implementada neste estudo consiste na utilização de algoritmos genéticos, que permitem gerar uma sequência de populações, cada vez melhor adaptadas à situação, como resultado de um método de pesquisa modelado por um mecanismo de selecção, combinação (recombinação de material genético de novas formas) e mutação (introdução de novo material genético por modificações aleatórias) [37]. No caso apresentado, os indivíduos da população são agentes negociantes e os materiais genéticos são os parâmetros das táticas e os seus pesos relativos. O objectivo é determinar quais as melhores estratégias e verificar como e quando estas estratégias evoluem, dependendo do contexto e comportamento de negociação dos oponentes.

SMACE [10] é um sistema de comércio electrónico, que utiliza aprendizagem por reforço (aprendizagem-Q) para saber como negociar num mercado sobre produtos definidos por múltiplos atributos. Contudo, a avaliação de uma proposta que contém múltiplos atributos é traduzida num único valor que traduz o resultado da função de utilidade do agente e é sobre este valor que quer a aprendizagem, quer a negociação são realizadas. A aprendizagem incide sobre a selecção da melhor estratégia a utilizar na formação de uma proposta de compra ou venda. Os autores definem estratégia como a combinação ponderada de múltiplas táticas (negociação heurística). São estes factores de ponderação que são objecto da aprendizagem.

## 5.5 Negociação num Mercado Electrónico de Seguros

De forma a obter um acordo sobre um produto de seguros, clientes e seguradoras envolvem-se num processo de negociação sequencial composto por múltiplas rondas. Em cada ronda são trocadas propostas e contra-propostas entre os participantes. Deve, portanto, ser definido um protocolo de negociação que permita seleccionar, entre os participantes no mercado electrónico, com base nas suas capacidades e disponibilidade, a seguradora que seja capaz de efectuar o melhor acordo possível.

A negociação no mercado de seguros tradicional implica tomar em consideração não apenas um, mas vários atributos para definir o produto em discussão. Por exemplo, apesar do prémio ser um atributo importante, o tempo de duração da cobertura, a renovação e possibilidade de conversão da apólice são aspectos complementares a incluir na decisão sobre a aquisição de um produto de seguros específico.

Atribuir valores numéricos à utilidade de cada atributo ajuda a resolver o problema da avaliação de múltiplos atributos. No entanto, em alguns casos, pode ser uma tarefa verdadeiramente difícil atribuir valores absolutos à utilidade dos atributos. Uma situação mais natural, é simplesmente impor uma ordem preferencial sobre os valores do domínio dos diferentes atributos ou sobre os próprios atributos. Esta solução é a adoptada no protocolo de negociação usado neste trabalho.

Uma forma de melhorar a autonomia de um agente em ambientes dinâmicos é dotar a sua arquitectura com capacidades de aprendizagem. O processo de aprendizagem pode incluir diversas vertentes, desde uma adaptação simples, passo a passo, às mudanças ocorridas no ambiente a um processo mais sofisticado de reunir conhecimento sobre o ambiente e outros agentes, com base em acontecimentos passados. A capacidade de aprendizagem está presente no protocolo de negociação usado, através de um algoritmo de *aprendizagem por reforço*. Os algoritmos de aprendizagem por reforço suportam uma aprendizagem contínua durante o próprio processo de negociação, pela tomada de decisões de acordo com as reacções do ambiente no passado. A história da negociação torna-se informação crucial, que é considerada quando se decide qual a acção a realizar na próxima ronda negocial.

Neste trabalho o algoritmo *Negociação-Q* [58][59] foi adaptado ao problema da mediação electrónica de seguros e foram corrigidas algumas das fórmulas propostas. Este algoritmo usa uma estratégia de aprendizagem por reforço baseada no *Q-learning* [68] para a formulação de novas propostas. O *Q-learning* é um algoritmo bem conhecido de aprendizagem por reforço que mapeia valores a pares estado/acção.

O algoritmo *Negociação-Q* tem a capacidade de manter a informação privada aos próprios agentes e, ao mesmo tempo, inclui a capacidade de avaliar propostas com múltiplos atributos, de aprender como efectuar melhores propostas durante o processo negocial e como resolver as dependências entre atributos.

### 5.5.1 Modelo de Negociação

Os participantes no processo de negociação são o intermediário, em representação do cliente e as seguradoras existentes no mercado. O intermediário desempenha o papel de organizador, isto é, é ele que inicia e dirige todo o processo de negociação. As seguradoras desempenham o papel de respondentes, isto é, são elas que pretendem satisfazer as necessidades do cliente e terão, portanto, de submeter propostas durante o processo de negociação.

Os produtos ou serviços negociados são identificados por múltiplos atributos e são designados por objectos de negócio. Cada um destes atributos é descrito por valores e domínio. Todos os participantes na negociação devem modelar os objectos de negócio de acordo com a estrutura seguinte:

$$\text{objecto} \equiv \{Atr_1, Atr_2, \dots, Atr_n\}$$

onde  $n$  é o número de atributos do objecto de negócio e  $Atr_i$  é descrito por  $\{Id, Valores, Domínio\}$ .

O processo de negociação é visto pelo intermediário como um tuplo de três elementos:

$$Neg^{Int} = \{Prdt, LAgts, Hist\}$$

- $Prdt$  é a identificação do produto em negociação.
- $LAgts$  é uma lista com os identificadores das seguradoras que pretendem disponibilizar o produto  $Prdt$ .
- $Hist$  é a história da negociação. Cada elemento de  $Hist$  ( $Hist_t$ ) contém informação relativa a uma ronda de negociação. Em cada ronda é armazenada informação sobre todas as propostas recebidas nessa ronda.

$$\forall Hist_t \in Hist, Hist_t = \{Prop_{ti}, Aval_{ti}\}$$

- $Prop_{ti}$  contém os valores dos atributos propostos pela seguradora  $i$  na ronda negocial  $t$ .
- $Aval$  é o valor da avaliação da proposta  $Prop_{ti}$  do ponto de vista do cliente que o intermediário representa.

O processo de negociação é visto por uma seguradora como um tuplo de quatro elementos:

$$Neg^{Seg} = \{Prdt, Cli, Hist, Q\}$$

- $Prdt$  é a identificação do produto em negociação.
- $Cli$  é a identificação do cliente.
- $Hist$  é a história da negociação. Cada elemento desta lista contém informação relativa a uma ronda de negociação.

$$\begin{aligned} \forall Hist_t \in Hist, Hist_t &= \{Prop_t, Comentário_t\} \\ Prop_t &= \{Val_1, Val_2, \dots, Val_n\} \\ Comentário_t &\in \{vencedor, \{Class_1, Class_2, \dots, Class_n\}\} \end{aligned}$$

- $Prop_t$  é a proposta enviada por este agente na ronda  $t$ .
- $Comentario$  é o comentário do cliente à proposta  $Prop_t$ . Este comentário é a indicação de que esta é a proposta vencedora na ronda actual ou a classificação desta proposta do ponto do vista do cliente.
- $Q$  inclui informação relevante a ser utilizada pelo algoritmo de aprendizagem.  $Q$  é um conjunto de elementos com a seguinte estrutura:

$$Q_t = \{Estado, Accão, ValorQ\}$$

### 5.5.2 Protocolo de Negociação

A figura 5.1 ilustra o protocolo de negociação, que é descrito com maior detalhe nas secções seguintes. O protocolo *Negociação-Q* foi adaptado, de modo a incluir um terceiro interveniente. O intermediário tem a função de negociar, com as seguradoras, uma configuração de um produto de seguros, com o intuito de satisfazer as necessidades específicas do cliente. Esta configuração, descrita pelo cliente, é formada por um conjunto de componentes, possivelmente interdependentes.

O cliente envia, juntamente com as suas características e necessidades, o seu pedido inicial ao intermediário (1). O intermediário, com base na informação prestada pelo cliente, envia um anúncio a todas as seguradoras capazes de satisfazer o pedido do cliente (2). Este anúncio é composto pelas características do cliente e pelos atributos de um produto de seguros, cujos valores o cliente autorizou que fossem do conhecimento das seguradoras.

As seguradoras enviam as suas propostas iniciais (3). O intermediário, usando uma função multi-atributo, avalia as propostas recebidas e selecciona as propostas mais favoráveis para o cliente. Estas propostas são enviadas ao cliente (4).

O cliente, com base nas propostas recebidas, especifica uma contra-proposta (5). As propostas enviadas pelas seguradoras são de novo avaliadas pelo intermediário, agora de acordo com a contra-proposta do cliente. O intermediário envia um comentário qualitativo sobre as respostas recebidas(6). Este comentário permitirá às seguradoras

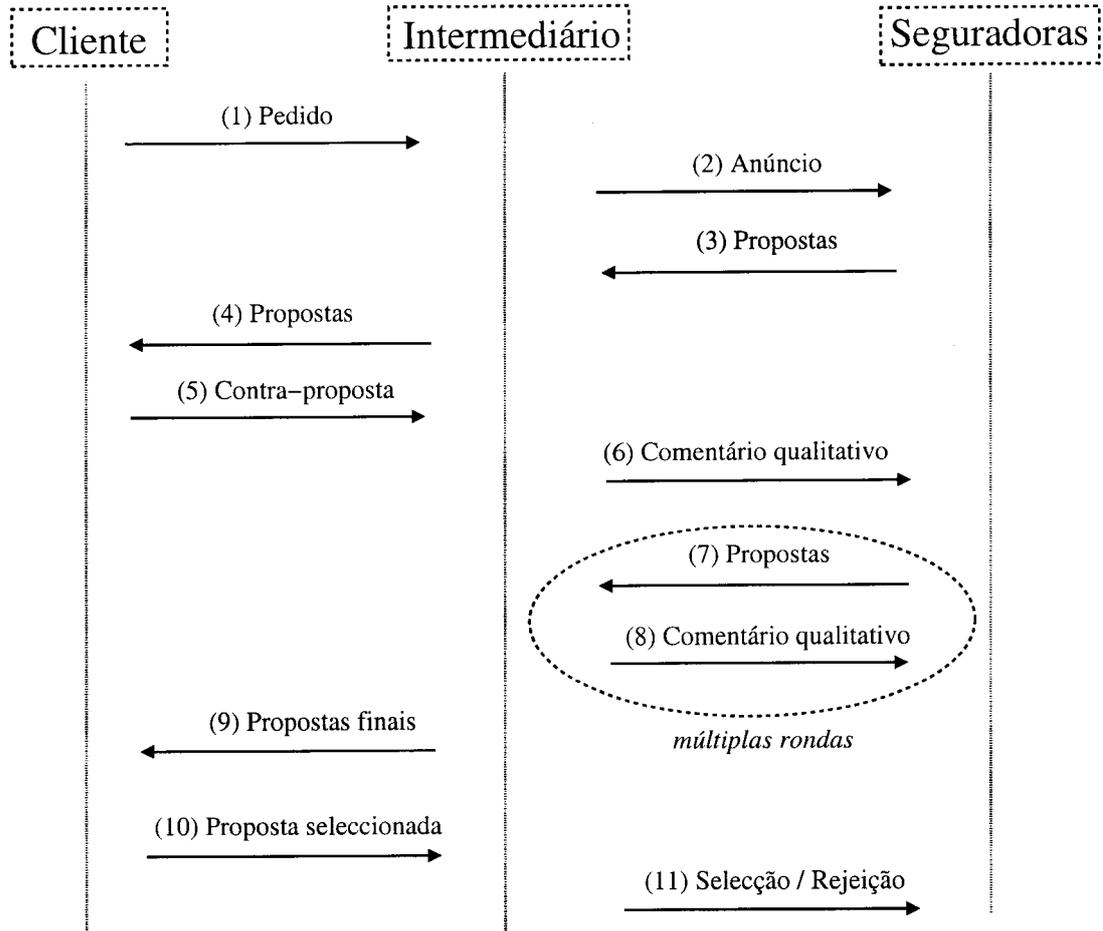


Figura 5.1: Protocolo de negociação

realizar, nas próximas rondas, novas propostas que melhor satisfaçam os requisitos do cliente (7)(8).

O processo de negociação inclui várias rondas e termina quando é atingido o tempo máximo para a negociação (especificado pelo cliente) ou é recebida uma proposta satisfatória. No final da negociação as propostas finais são enviadas ao cliente (9). O cliente indica ao intermediário qual a proposta seleccionada (10). O intermediário informa as seguradoras da opção do cliente (selecção/rejeição) (11).

### 5.5.3 Avaliação das Propostas

A avaliação de propostas, por parte do intermediário, é realizada através de uma função multi-atributo que codifica quer as preferências dos atributos, quer as preferências relativas dos valores a atribuir a cada atributo.

O intermediário avalia as propostas das seguradoras de acordo com a equação seguinte:

$$Aval = \begin{cases} \frac{1}{Desvio} & \text{se } Desvio \neq 0 \\ \text{ótimo} & \text{se } Desvio = 0 \end{cases} \quad (5.1)$$

$$Desvio = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n Impt_i * |dif(PrefV_i, V_i)| \quad (5.2)$$

onde  $n$  é o número de atributos que identificam o componente em negociação,  $Impt_i$  é a importância (numa escala de *baixa* a *alta*) que o cliente atribui ao atributo, sendo

$$dif(PrefV_i, V_i) = \begin{cases} \frac{V_i - PrefV_i}{max_i - min_i} & \text{se domínio contínuo} \\ \frac{Pos(V_i) - Pos(PrefV_i)}{nvalores - 1} & \text{se domínio discreto} \end{cases} \quad (5.3)$$

A fórmula 5.2 quantifica o quanto a proposta se desvia dos valores considerados óptimos pelo cliente. Assim, a avaliação de uma proposta é aqui definida como o valor inverso deste desvio (fórmula 5.1).

A equação 5.3 quantifica o grau de aceitabilidade para um atributo  $i$ , do valor actual,  $V_i$ , proposto por uma seguradora específica, quando comparado com o valor preferencial do cliente,  $PrefV_i$ . Se o domínio dos valores do atributo é contínuo, esta quantificação é obtida pela diferença normalizada dos valores  $V_i$  e  $PrefV_i$ . Se o domínio dos valores do atributo é discreto, o grau de aceitabilidade é calculado como a diferença normalizada das preferências atribuídas a  $V_i$  e  $PrefV_i$ , isto é, a diferença

entre as posições relativas destes dois valores, na especificação dos valores enumerados do domínio. Os valores do domínio de um atributo discreto são definidos, na ontologia, através de uma lista ordenada de preferências.

A proposta que apresentar o valor de avaliação mais elevado é considerada a proposta vencedora na actual ronda de negociação, uma vez que é a proposta que apresenta os valores mais próximos dos considerados óptimos pelo cliente. Convém também referir que a avaliação de cada um dos agentes participantes na negociação é privada. A função de avaliação de um agente não é conhecida dos restantes participantes (contrariamente ao que é apresentado, por exemplo, em [46] e [67]).

A fórmula 5.2 foi corrigida, em relação a [59], de modo a considerar o módulo da equação 5.3. Se duas propostas se afastarem, na mesma proporção, dos valores considerados óptimos pelo cliente, mas em sentidos opostos, devem ter uma avaliação final semelhante. Se este pormenor não for considerado, a proposta que apresenta valores inferiores aos desejados, mas à mesma distância de uma outra proposta que apresenta valores superiores, obterá uma avaliação significativamente menor. Se a fórmula 5.2 pretende quantificar o quanto uma proposta se desvia dos valores considerados óptimos pelo cliente, ambas as propostas devem ter a mesma avaliação, apesar dos sentidos opostos do desvio.

Por outro lado, a equação 5.3 também foi corrigida, em relação a [59], uma vez que a equação deve devolver valores no intervalo  $0 \rightarrow 1$ . Se o domínio dos valores do atributo é discreto, o grau de aceitabilidade deve ser calculado como a diferença entre preferências atribuídas a  $V_i$  e  $PrefV_i$ , não sobre o número de valores no intervalo, mas sim sobre esse número de valores menos um. Por exemplo, se o domínio dos valores do atributo  $Atr_1$  compreender 5 valores possíveis, o valor proposto pela seguradora se encontrar na última posição e o valor pretendido pelo cliente se encontrar na primeira posição (nos dois extremos), a diferença entre o valor proposto e o valor pretendido deve ser 1, reflectindo a distância máxima entre esses dois valores:

$$\frac{Pos(V_i) - Pos(PrefV_i)}{nvalores} = \frac{5 - 1}{5} = 0.8$$

$$\frac{Pos(V_i) - Pos(PrefV_i)}{nvalores - 1} = \frac{5 - 1}{4} = 1$$

#### 5.5.4 Formulação do Comentário

Após a avaliação de todas as propostas, o intermediário envia a cada uma das seguradoras um comentário relativo à sua proposta. Este comentário não inclui o resultado da função de avaliação, mas procura direccionar a seguradora na formulação de novas propostas que melhor satisfaçam as necessidades do cliente, indicando o

porquê da sua não aceitação. Pode-se dizer que, neste passo, a negociação assenta numa argumentação crítica.

O comentário que o intermediário realiza relativamente a uma determinada proposta é o resultado da comparação dessa mesma proposta com a proposta que actualmente lidera a negociação. O porquê de efectuar esta comparação sobre a proposta actualmente vencedora e não sobre os valores óptimos do cliente, é suportada pelo facto de que será mais fácil convencer um oponente a alterar a sua proposta de negociação, se este souber que existe no mercado um seu competidor que oferece uma melhor proposta, do que informá-lo que não propõe os valores considerados óptimos pelo cliente.

A comparação entre os valores dos atributos das propostas (a proposta vencedora e a proposta a comentar) é realizada pelo intermediário através de uma classificação qualitativa em três classes: *suficiente, mau, muito mau*.

A comparação entre os componentes requisitados pelo cliente e os componentes propostos pelas seguradoras é realizada pelo intermediário através de uma classificação qualitativa em três classes: *ok, falta, rejeitado*. Esta alteração, em relação à formulação do comentário proposto em [59], é necessária no nosso domínio, uma vez que as seguradoras podem propor componentes de um produto de seguros que não foram requisitados pelo cliente e o cliente pode, na sua contra-proposta, rejeitar componentes propostos pelas seguradoras.

Considerando-se:

- $w$  a identificação da proposta vencedora.
- $V_{ip}$  o valor do atributo  $i$  na proposta  $p$ .
- $\Delta_{ip} = dif(PrefV_i, V_{ip})$  o valor da função que calcula a diferença entre o valor preferencial e o valor da proposta  $p$ .
- $\delta_1$  e  $\delta_2$  os valores estipulados para classificar o decréscimo de solução, com  $0 < \delta_1, \delta_2 < 1$ .

As classificações das propostas são obtidas de acordo com o algoritmo 1. Este algoritmo reflecte as alterações mencionadas anteriormente.

As classificações das propostas são enviadas, pelo intermediário, às respectivas seguradoras, como um comentário, que pretende mostrar a razão pela qual a sua proposta não foi seleccionada como a vencedora:

*comentário(Id.Prop, perdeu ronda, Razão)*

- $Id\_Prop$  é o identificador da proposta.

---

**Algoritmo 1** Classificação das propostas recebidas
 

---

```

para todas as propostas  $p \neq w$  fazer
  para cada componente  $c$  rejeitado pelo cliente fazer
    se  $c$  foi proposto pela seguradora então
      Classificação  $c = \textit{rejeitado}$ 
    fim se
  fim para
  para cada componente  $c$  requisitado pelo cliente fazer
    se  $c$  foi proposto pela seguradora então
      Classificação  $c = \textit{ok}$ 
      para todos os atributos  $i$  fazer
        se  $\Delta_{ip} < \Delta_{iw}$  então
          Classificação  $i = \textit{suficiente}$ 
        senão se  $\frac{\Delta_{ip} - \Delta_{iw}}{\Delta_{iw}} < \delta 1$  então
          Classificação  $i = \textit{suficiente}$ 
        senão se  $\frac{\Delta_{ip} - \Delta_{iw}}{\Delta_{iw}} < \delta 2$  então
          Classificação  $i = \textit{mau}$ 
        senão
          Classificação  $i = \textit{muito mau}$ 
        fim se
      fim para
    senão
      Classificação  $c = \textit{falta}$ 
    fim se
  fim para
fim para

```

---

- *Razão* é a lista das classificações dos valores propostos nos diferentes atributos. Cada elemento desta lista é representado por  $\{Atr_i, C\}$ , em que  $Atr_i$  é o identificador do atributo  $i$  e  $C$  a classificação do valor proposto para  $i$ .

A seguradora emissora da proposta actualmente vencedora recebe o seguinte comentário:

*comentário(Id\_Prop, ganhou ronda)*

As seguradoras, à excepção da actual vencedora, irão realizar uma nova proposta na próxima ronda negocial, tendo em consideração a classificação agora obtida. A informação contida neste comentário servirá também para a seguradora actualizar as suas crenças relativamente às preferências do cliente e capacidades das outras seguradoras no mercado.

### 5.5.5 Aprendizagem na Formulação das Propostas

O algoritmo *Negociação-Q* usa uma estratégia de aprendizagem por reforço baseada na aprendizagem-Q para a formulação de novas propostas. O algoritmo aprendizagem-Q recompensa acções que produzem bons resultados e castiga aquelas que produzem maus resultados, tal com indicado pelo parâmetro  $r$  na equação 5.4:

$$Q(e, a) = Q(e, a) + \alpha(r + \gamma \max_b Q(e', b) - Q(e, a)) \quad (5.4)$$

Um estado  $e$  é definido por uma estrutura de  $n$  elementos, sendo  $n$  o número de atributos que compõem o componente em negociação.

$$e = \{C_1, C_2, \dots, C_n\} \quad C_i \text{ é a classificação do atributo } i$$

Uma acção  $a$  é definida por uma estrutura de  $n$  elementos, sendo  $n$  o número de atributos que compõem o componente em negociação.

$$a = \{A_1, A_2, \dots, A_n\} \quad A_i \in \{\text{incrementar, decrementar, manter}\}$$

As acções possíveis a realizar, no final da ronda de negociação  $t$ , sobre o valor de um atributo  $i$  são, de acordo com a classificação obtida no comentário (*suficiente, mau, muito mau*) as seguintes:

- Incremento do valor do atributo  $i$  num montante pré-definido.

- Decremento do valor do atributo  $i$  num montante pré-definido.
- Manutenção do valor do atributo  $i$ .

O incremento (decremento) do valor de um atributo contínuo é equivalente a somar (subtrair) o montante pré-definido. O incremento (decremento) do valor de um atributo discreto é equivalente a um movimento para uma posição seguinte (anterior) do domínio correspondente.

A adaptação do algoritmo aprendizagem-Q, presente no algoritmo Negociação-Q, levou à inclusão de duas características importantes, que serão descritas brevemente nos próximos parágrafos, mas estão descritas detalhadamente em [59].

Quando a seguradora recebe o comentário, relativo à proposta enviada na ronda negocial anterior, calcula o valor de recompensa dessa proposta, de acordo com a seguinte fórmula:

$$r = \begin{cases} k & \text{se vencedor} \\ \frac{k}{2} - \sum_{i=0}^n \text{penalidade}_i & \text{se não vencedor} \end{cases} \quad (5.5)$$

Na equação 5.5 o parâmetro *penalidade* é um valor pré-definido pela seguradora e é dependente da classificação obtida no comentário. Este parâmetro diminui o valor da recompensa para propostas que obtiveram uma classificação fraca e é tanto maior quanto menos favorável for a classificação obtida.  $k$  é o número de atributos da proposta enviada.

O espaço de exploração, que poderia tornar-se muito grande e implicar um longo tempo de aprendizagem, é reduzido de forma a incluir apenas as acções que podem ser consideradas como promissoras. Um acção promissora pode ser definida como um acção que pode ser aplicada a uma estado anterior seguindo as indicações recebidas no comentário enviado pelo intermediário.

## 5.6 Conclusão

No comércio tradicional, é natural que os humanos troquem entre si propostas e contra-propostas tentando cada um deles convencer o seu oponente a modificar os valores dos atributos em negociação que para si são mais importantes. No comércio electrónico, também é possível, e até desejável, que a negociação ocorra nestes termos. No entanto, os participantes não se encontram pessoalmente, logo o seu comportamento negocial é necessariamente diferente e o número de possíveis compradores e vendedores de um mesmo bem pode ser extremamente elevado. A negociação como um processo iterativo permite tentar de forma mais exaustiva a obtenção de um bom acordo comercial.

Neste capítulo foi descrito o protocolo de negociação usado, com o objectivo de seleccionar as propostas mais adequadas a clientes com características e requisitos específicos. A negociação, neste contexto, é necessariamente competitiva, onde cada seguradora procura minimizar o seu risco e maximizar o seu lucro. De entre as características mais relevantes do protocolo de negociação usado salientamos os pontos seguintes:

- Na negociação é utilizada a *argumentação*, sendo realizado um comentário a uma proposta por meio de uma avaliação qualitativa dos valores aí apresentados.
- A avaliação das propostas é realizada *qualitativamente* sobre *múltiplos atributos*.
- Mantém a informação *privada* a cada participante individual.

Foram introduzidas algumas correcções necessárias e adaptado o algoritmo *Negociação-Q* ao problema da mediação electrónica de seguros.

Nos próximo capítulo são apresentadas técnicas de aprendizagem automática para a construção de comunidades de utilizadores e respectivos modelos representativos. Estas comunidades e respectivos estereótipos serão usadas para melhorar a negociação descrita neste capítulo.



# Capítulo 6

## Modelação de Utilizadores

O uso de técnicas de modelação de utilizadores tem como principal objectivo adaptar os sistemas às necessidades individuais dos seus utilizadores. A importância de adicionar esta característica a um sistema já foi, por diversas vezes, comprovada nas áreas em que a modelação de utilizadores foi utilizada, por exemplo, obtenção de informação na Web, filtragem de dados, interfaces adaptativos e tutores inteligentes.

Neste capítulo é analisada a exploração de técnicas de aprendizagem automática na modelação dos clientes de um mercado electrónico de seguros, nomeadamente a organização de utilizadores em grupos com características comuns (*comunidades*) e a extracção de um significado dos grupos gerados (*estereótipos*). É ainda descrito o processo de formação dos perfis individuais dos utilizadores.

### 6.1 Introdução

Novos conceitos como *electronic customer relationship management* (e-CRM), *web usage analysis* e *web mining* apareceram nos últimos anos na literatura. Todos eles partilham o mesmo objectivo: entender as necessidades e interesses dos visitantes de um sítio Web. A principal motivação deriva do facto de não se obter nenhum valor acrescentado só por fornecer grandes quantidades de informação, mas sim através de um acesso mais fácil e em tempo oportuno à informação pretendida.

O comércio na Internet proporciona uma oportunidade única para as empresas conhecerem os seus clientes e adaptarem os seus serviços às suas necessidades. O uso de computadores no fornecimento de serviços permite a recolha de informação, com custo e esforço limitados. No entanto, a transformação desta informação em conhecimento útil não é fácil.

Diversas técnicas de aprendizagem automática demonstraram que conseguem lidar correctamente com este problema. A nossa abordagem é uma tentativa de aplicar alguns

dos conceitos presentes neste campo de investigação a informação recolhida durante a interacção com clientes que pretendem adquirir um produto de seguros. Em particular, centramos o nosso trabalho na construção de comunidades de utilizadores, conceito que parece aplicar-se convenientemente a um espaço público como é a Internet. Uma comunidade corresponde a um grupo de utilizadores com um conjunto relevante de características semelhantes. Recorremos a técnicas de agrupamento conceptual sobre os dados dos utilizadores, para de seguida identificar as características que distinguem esta comunidade das restantes na população de utilizadores. Damos particular atenção à interpretação dos dados, porque acreditamos que a caracterização descritiva de uma comunidade em termos de um modelo é o que clientes e seguradoras necessitam.

Um critério importante na escolha de um método de agrupamento é a sua escalabilidade a grandes quantidades de informação, condição necessária para ser usado em casos reais.

## 6.2 Personalização do Comércio Electrónico

O valor da personalização da Web tem sido gradualmente reconhecido na área do comércio electrónico. Permite que as ofertas de produtos, promoções de vendas, publicidade, etc., sejam direccionadas a cada cliente individual. São normalmente tidos em conta o historial de compras e informação adicional sobre interacções prévias com o sistema de comércio electrónico.

Recorrer à personalização dos conteúdos e ao conceito de publicidade “um-para-um” é de vital importância para as empresas num mercado electrónico cada vez mais competitivo. Do ponto de vista da publicidade, os canais tradicionais de comunicação entre uma empresa e os seus clientes estão a perder a sua eficiência, devido à saturação do mercado, variedade de produtos e comportamentos díspares dos seus clientes. A modelação dos utilizadores pode desempenhar um papel fundamental nesta área [21].

### 6.2.1 Sistemas de Personalização

Surgiram nos últimos anos várias ferramentas que pretendem auxiliar as empresas no desenvolvimento de sítios Web personalizados. Nesta secção são apresentados alguns sistemas representativos da modelação de utilizadores.

**Group Lens:** Este sistema usa vários algoritmos para prever os interesses dos utilizadores. As previsões são baseadas na avaliação explicitamente fornecida pelos utilizadores, avaliação implícita derivada de informação de navegação no sítios Web (por exemplo, produtos que o utilizador viu e produtos que foram colocados na cesta de compras) e informação sobre o histórico de transacções (produtos comprados no passado).

**LikeMinds:** É semelhante ao *Group Lens*. As principais diferenças residem numa arquitectura mais modular, melhor distribuição de carga, suporte ODBC e informação de entrada ligeiramente diferente.

**Personalization Server:** Permite a definição de regras que atribuem utilizadores individuais a um ou mais grupos de utilizadores, com base em informação demográfica (por exemplo, sexo e idade), informação sobre a utilização do sistema por parte do utilizador e informação sobre o equipamento informático e ambiente de rede do utilizador. As regras também podem ser definidas para inferir hipóteses individuais sobre o utilizador através do seu comportamento navegacional e para personalizar o conteúdo das páginas Web.

**Frontmind:** Fornece um ambiente para desenvolvimento baseado em regras, gestão e simulação de informação personalizada e serviços personalizados na Web. Distingue-se de outros sistemas baseados em regras como o *Personalization Server* pelo uso de redes Bayseanas na modelação do comportamento do utilizador, integrado na sua plataforma de personalização.

**Learn Sesame:** Permite a definição de um modelo do domínio, constituído por objectos, atributos e tipos de eventos. Aceita informação sobre o utilizador a partir de uma aplicação, classifica esta informação com base no modelo do domínio e tenta detectar padrões, correlações e semelhanças através de técnicas de agrupamento incremental.

Outros sistemas de modelação de utilizadores são discutidos por Fink e Kobsa em [21].

### 6.2.2 Principais Características

Uma característica comum à maioria dos actuais sistemas de personalização é a sua arquitectura cliente-servidor. Nestes sistemas, a modelação de utilizadores não está funcionalmente integrada na aplicação mas comunica com esta, podendo servir mais do que uma aplicação simultaneamente.

Uma arquitectura cliente-servidor proporciona diversas vantagens comparada com os componentes de modelação de utilizadores embutidos nas aplicações [8][21]:

- A informação sobre os utilizadores é mantida num repositório central e colocada ao dispor de várias aplicações simultaneamente.
- A informação adquirida por uma aplicação pode ser utilizada por outra aplicação.
- A informação sobre os utilizadores é armazenada de forma não redundante. A consistência e coerência da informação reunida por diferentes aplicações pode ser conseguida mais facilmente.

- Informação sobre grupos de utilizadores, disponível à partida ou calculada dinamicamente, pode ser mantida com baixa redundância.
- Métodos para a segurança do sistema, identificação, autenticação, controlo de acesso e encriptação podem ser aplicadas, garantindo a protecção da informação sobre os utilizadores.
- Informação que se encontra dispersa por várias organizações pode ser facilmente integrada com os modelos dos utilizadores.

### 6.3 Comunidades de Utilizadores

Diversas técnicas de aprendizagem automática têm sido utilizadas em problemas de modelação de utilizadores principalmente para determinar modelos de utilizadores individuais interagindo com o sistema, por exemplo [5][13][56]. Nesses exemplos, o uso que um utilizador faz do sistema é registado e os dados recolhidos são usados para construir o modelo do utilizador, isto é, as suas presumíveis necessidades individuais. Recentemente, outros autores como Paliouras [47] abordaram este problema com um nível superior de generalização dos interesses dos utilizadores, levando à identificação de diferentes comunidades numa população de utilizadores.

A escolha de um método ou algoritmo de aprendizagem depende, em grande medida, do tipo de dados de treino disponíveis. A principal distinção nos algoritmos do paradigma de aprendizagem automática é entre *aprendizagem supervisionada* e *aprendizagem não supervisionada*. A aprendizagem supervisionada exige que os dados de treino sejam pré-classificados. Isto significa que a cada exemplo é atribuída uma etiqueta única, indicando a classe a que o exemplo pertence. No nosso caso, era necessário associar cada modelo de um utilizador a um rótulo pertencente ao conjunto pré-definido de rótulos possíveis. Com esta informação, o algoritmo de aprendizagem constrói uma descrição caracterizadora de cada classe, cobrindo os exemplos dessa classe. A principal característica desta abordagem é que as descrições das classes são construídas de acordo com a pré-classificação dos exemplos no conjunto de treino. Pelo contrário, a aprendizagem não supervisionada não exige a pré-classificação dos exemplos de treino. Através deste métodos são construídos grupos (*clusters*) de exemplos, partilhando características comuns. Quando a coesão de um grupo é alta, isto é, os seus exemplos são semelhantes, uma nova classe é representada por esse grupo.

O processo de agrupamento pretende estruturar um conjunto de exemplos não classificados, criando grupos com base nas semelhanças encontradas nos dados de treino. Dado um conjunto de exemplos não classificados, pretende-se encontrar um conjunto de grupos que cubram todos os exemplos, tais que:

- A semelhança entre os exemplos do mesmo grupo seja maximizada.

- A semelhança entre os exemplos de diferentes grupos seja minimizada.

### 6.3.1 Agrupamento Conceptual

O ramo da aprendizagem simbólica que lida com este tipo de aprendizagem não supervisionada é designado por agrupamento conceptual. Na aprendizagem não supervisionada, cada exemplo é um objecto. A interpretação dos dados compreende a determinação de um conceito com significado para cada grupo.

Michalski [38] propôs o agrupamento conceptual como um meio de encontrar padrões com significado num conjunto de dados. No entanto, esta definição não especifica uma tarefa de performance que melhore com a aprendizagem. Fisher [24] propôs como tarefa de performance a previsão de propriedades ainda não observadas. Como tal, o algoritmo COBWEB [24] forma árvores de classificação que pretendem produzir “boas” previsões entre diversos atributos, em vez de previsões óptimas sobre um único atributo definido por um supervisor, como acontece na aprendizagem a partir de exemplos. Apesar das probabilidades reduzidas do COBWEB, Fisher [23] mostra que em muitos casos a previsão de uma única árvore de classificação do COBWEB se aproxima da exactidão obtida por várias árvores de decisão especializadas do ID3.

O COBWEB é um algoritmo de agrupamento incremental que aplica o conceito de utilidade de uma partição (*category utility*) [26] na criação de uma hierarquia de exemplos. O termo incremental significa que os objectos são incorporados na hierarquia à medida que são observados, alterando o estado actual da hierarquia a cada iteração. O algoritmo lê um conjunto de exemplos, dados numa representação atributo-valor e tem como objectivo atingir:

- Alta previsibilidade do valor dos atributos, dado um grupo.
- Alta previsibilidade de um grupo, dado o valor dos atributos.

Para tal, o COBWEB mede a utilidade de uma partição pela seguinte equação:

$$UP = \frac{\sum_k \left( P(C_k) \left[ \sum_i \sum_j P(A_i = V_{ij} | C_k)^2 - \sum_i \sum_j P(A_i = V_{ij})^2 \right] \right)}{k} \quad (6.1)$$

onde  $k$  é o número de categorias ou classes,  $C_k$  é uma dada classe,  $A_i$  é um dos  $I$  atributos possíveis e  $V_{ij}$  é um dos  $J$  valores possíveis para o atributo  $A_i$ .

Para um dado exemplo num grupo  $C_k$ , se previrmos o valor dos seus atributos de acordo com a probabilidade de estes ocorrerem, então o número esperado de valores que podemos prever correctamente é dado por:

$$\sum_i \sum_j P(A_i = V_{ij} | C_k)^2 \quad (6.2)$$

Dado um exemplo sem conhecer o grupo ao qual o exemplo pertence, se soubermos prever o valor dos atributos de acordo com a probabilidade de estes ocorrerem, então o número esperado de valores que podemos prever correctamente é dado por:

$$\sum_i \sum_j P(A_i = V_{ij})^2 \quad (6.3)$$

$P(C_k)$  é incorporado na equação da utilidade da partição para proporcionar um peso adequado a cada grupo.

O algoritmo COBWEB (algoritmo 2) realiza a sua pesquisa do tipo "subir a colina" (*hill climbing*) no espaço das taxonomias possíveis e usa a equação anterior de utilidade da partição para avaliar e seleccionar possíveis categorizações. Inicializa a taxonomia com uma única categoria cujas características são iguais às do primeiro exemplo. Para cada exemplo seguinte, o algoritmo percorre a árvore de categorias, começando pela categoria que se encontra na raiz. Em cada nível usa a equação 6.1 para avaliar as taxonomias resultantes da aplicação dos quatro operadores seguintes:

- Classificar o objecto numa classe existente.
- Criar uma nova classe.
- Combinar duas classes numa única classe.
- Dividir uma classe em várias classes.

### 6.3.2 Aprendizagem das Comunidades

Diferentes comunidades de utilizadores podem ser construídas automaticamente aplicando o algoritmo COBWEB, em cada interacção do sistema com um novo utilizador. O agrupamento conceptual é particularmente apropriado para resumir e explicar informação. O *resumo* é conseguido através da descoberta de grupos apropriados, envolvendo a determinação de subgrupos com significado no conjunto da informação. A *explicação* da informação envolve a caracterização de conceitos, isto é, determinar um conceito descritivo com significado para cada grupo.

O COBWEB é um algoritmo eficiente e flexível, escalável a grandes conjuntos de informação, que pode lidar com valores de atributos desconhecidos na caracterização

---

**Algoritmo 2** COBWEB

---

COBWEB( $No$ ,  $Obsrv$ )**se**  $No$  é folha **então**criar dois filhos de  $No \rightarrow F_1, F_2$ atribuir a  $F_1$  a probabilidade de  $No$ atribuir a  $F_2$  a probabilidade de  $Obsrv$ adicionar  $Obsrv$  a  $No$ , actualizando as probabilidades de  $No$ **senão**adicionar  $Obsrv$  a  $No$ , actualizando as probabilidades de  $No$ **para** cada filho  $F$  de  $No$  **fazer**calcular a utilidade da partição conseguida por colocar  $Obsrv$  em  $F$ **fim para**

calcular:

 $R_1 \rightarrow$  resultado da melhor partição ( $F_1$ ) $R_2 \rightarrow$  resultado da segunda melhor partição ( $F_2$ ) $R_3 \rightarrow$  resultado de colocar  $Obsrv$  numa nova categoria $R_4 \rightarrow$  resultado de combinar  $F_1$  e  $F_2$  $R_5 \rightarrow$  resultado de dividir  $C_1$ **se**  $R_1$  é o melhor resultado **então**COBWEB( $C_1, Obsrv$ ) ( $Obsrv$  é colocado em  $F_1$ )**senão se**  $R_3$  é o melhor resultado **então**atribuir à nova categoria as probabilidades de  $Obsrv$ **senão se**  $R_4$  é o melhor resultado **então**COBWEB( $C_m, Obsrv$ ), em que  $C_m$  é o resultado de combinar  $F_1$  e  $F_2$ **senão se**  $R_5$  é o melhor resultado **então**substituir  $C_1$  pelos seus nós filhoCOBWEB( $No, Obsrv$ )**fim se****fim se**

---

dos utilizadores. Estes valores podem ser “adivinhados”, uma vez que a função de utilidade da partição recompensa a previsibilidade. A confiança nos valores adivinhados varia com forma como esse atributo depende dos outros atributos.

No entanto, o COBWEB depende da ordem das observações efectuadas. As comunidades obtidas dependem muito da ordem pela qual os utilizadores interagem com o sistema. Os operadores *combinar* e *dividir* do COBWEB pretendem minorar esse problema.

As comunidades resultantes serão usadas para melhorar a qualidade do serviço prestado aos clientes. No entanto, isto só pode ser convenientemente conseguido quando as comunidades geradas tiverem significado, isto é, quando puderem ser associadas a uma determinada configuração de um produto de seguros. É, então, necessário encontrar um método objectivo de caracterização das comunidades construídas. Foi adoptada uma métrica introduzida em [48] para obter essa descrição. Este assunto será desenvolvido na secção 6.4.

### 6.3.3 Exemplo

Veremos, no exemplo seguinte, o processo de construção de comunidades numa população de utilizadores, cujas características estão descritas na tabela seguinte:

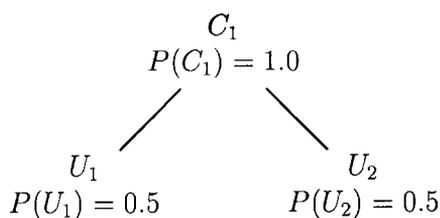
	Estado Civil	Filhos
$U_1$	Solteiro	Não
$U_2$	Casado	Não
$U_3$	Casado	Sim
$U_4$	Casado	Sim
$U_5$	Solteiro	Não
$U_6$	Casado	Não

Aplicando o COBWEB, a inserção do utilizador  $U_1$  gera uma hierarquia cuja raiz é o primeiro elemento observado (figura 6.1).

$$\begin{array}{c}
 U_1 \\
 P(U_1) = 1.0
 \end{array}$$

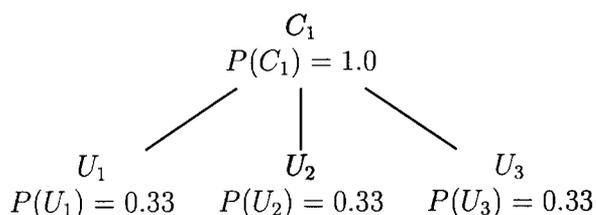
Figura 6.1: Adicionar o utilizador  $U_1$

Como a raiz da hierarquia é um nó folha, a adição do utilizador  $U_2$  implica a criação da primeira comunidade de utilizadores,  $C_1$ , cujos membros são  $U_1$  e  $U_2$  (figura 6.2). A operação seleccionada pelo COBWEB é a criação de um novo nó na hierarquia.

Figura 6.2: Adicionar o utilizador  $U_2$ 

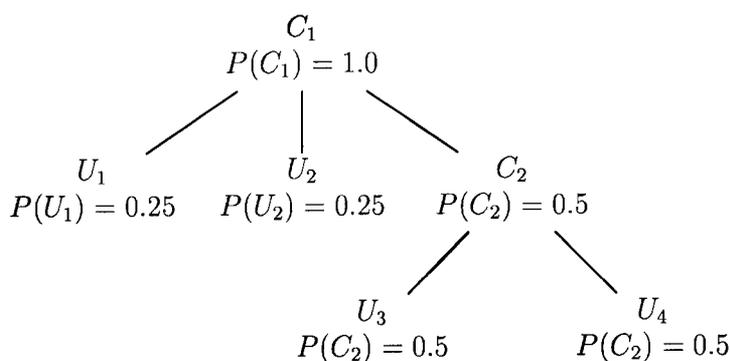
Ao ser inserido o utilizador  $U_3$ , a operação escolhida pelo COBWEB é a criação de um novo nó, resultando a hierarquia representada na figura 6.3. A operação seleccionada foi a de adição de um novo nó, uma vez que a utilidade da partição encontrada, pela aplicação dos operadores descritos, está representada na tabela seguinte:

Operação	$UP$
Adicionar o nó a $U_1$	0.11
Adicionar o nó a $U_2$	0.28
Criar um novo nó	<b>0.30</b>

Figura 6.3: Adicionar o utilizador  $U_3$ 

A inserção do utilizador  $U_4$  vai originar a criação de uma nova comunidade, especializando os conceitos associados a essa nova comunidade de utilizadores (figura 6.4). A operação seleccionada pelo COBWEB é a de inserir um nó numa classe existente. A utilidade da partição criada, pela aplicação dos operadores descritos, está representada na tabela seguinte:

Operação	$UP$
Adicionar o nó a $U_1$	0.13
Adicionar o nó a $U_2$	0.21
Adicionar o nó a $U_3$	<b>0.29</b>
Criar um novo nó em $C_1$	0.22
Combinar $U_2$ e $U_3$	0.27

Figura 6.4: Adicionar o utilizador  $U_4$ 

A inserção do utilizador  $U_5$  na hierarquia também resulta na especialização de conceitos associados a uma comunidade. A hierarquia resultante está representada na figura 6.5. A operação seleccionada pelo COBWEB foi a de combinar dois nós num único nó. A utilidade da partição criada, pela aplicação dos operadores descritos, está representada na tabela seguinte:

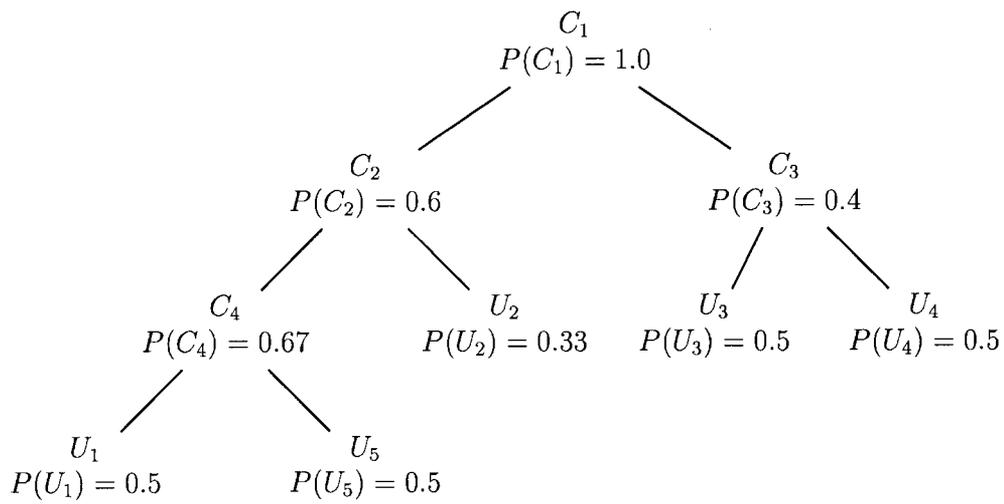
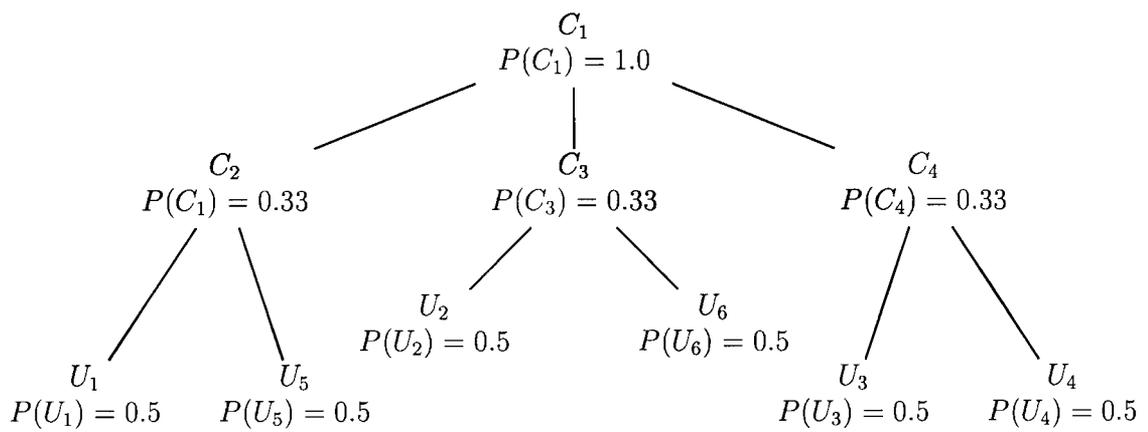
Operação	$UP$
Adicionar o nó a $U_1$	0.32
Adicionar o nó a $U_2$	0.25
Adicionar o nó a $C_2$	0.14
Criar um novo nó em $C_1$	0.24
Combinar $U_1$ e $U_2$	<b>0.35</b>

A observação do utilizador  $U_6$  originou uma distribuição homogénea dos conceitos associados às diferentes comunidades de utilizadores (figura 6.6). A operação seleccionada pelo COBWEB foi a de dividir um nó em diversas classes. A utilidade da partição criada, pela aplicação dos operadores descritos, está representada na tabela seguinte:

Operação	$UP$
Adicionar um nó a $C_2$	0.28
Adicionar um nó a $C_3$	0.22
Criar um novo nó em $C_1$	0.22
Dividir $C_2$	<b>0.30</b>

## 6.4 Estereótipos

Os grupos gerados pelo COBWEB representam comunidades de utilizadores bem definidas. No entanto, para além das características pessoais de cada utilizador

Figura 6.5: Adicionar o utilizador  $U_5$ Figura 6.6: Adicionar o utilizador  $U_6$

usadas na construção incremental das comunidades, cada utilizador é caracterizado por um conjunto de preferências e pela configuração do seguro escolhido no final do processo de negociação. Assim, a forma natural de definir estereótipos com significado associados a cada comunidade, consiste em identificar padrões representativos dos seus utilizadores. O objectivo é a construção de um modelo de cada comunidade, representativo das preferências dos seus utilizadores e significativamente diferente das restantes comunidades de utilizadores.

A métrica usada avalia o aumento da frequência de um dado par atributo-valor dentro da comunidade quando comparada com a frequência desse mesmo par no número total de utilizadores. Em [25] o aumento da frequência foi usado como uma indicação do aumento da previsibilidade de uma dada característica dentro de um grupo.

Dado um componente  $c$  (uma preferência de um utilizador), com a frequência global  $Freq_c$ , se a frequência desse componente dentro de uma comunidade  $i$  é  $Freq_{ci}$ , o aumento da frequência é definido pela diferença dos quadrados das duas frequências:

$$AF_c = Freq_{ci}^2 - Freq_c^2 \quad (6.4)$$

Quando o aumento da frequência,  $AF_c$ , é negativo existe, claramente, uma diminuição na frequência e o componente correspondente não é representativo da comunidade. Um componente representativo de uma comunidade é encontrado através de  $AF_c > \alpha$ , onde  $\alpha$  é o limiar pré-estabelecido a partir do qual o aumento da frequência é considerado suficientemente relevante.

---

### Algoritmo 3 Construção dos estereótipos

---

```

para cada componente  $c$  fazer
  para todas as observações fazer
    calcular  $Freq_c$ 
  fim para
fim para
para cada comunidade  $i$  fazer
  para cada componente  $c$  fazer
    calcular  $Freq_{ci}$ 
     $AF_c = Freq_{ci}^2 - Freq_c^2$ 
    se  $AF_c > \alpha$  então
       $E_i = E_i \cup c$ 
    fim se
  fim para
fim para

```

---

A construção dos estereótipos é descrita no algoritmo 3. Para cada comunidade criada pelo COBWEB são avaliados os aumentos de frequência dos atributos que compõe um produto de seguros. Se um componente for representativo de uma comunidade  $i$ , é adicionado ao seu estereótipo  $E_i$ .

### 6.4.1 Exemplo

Usando como exemplo as comunidades criadas na secção anterior e as preferências dos respectivos utilizadores descritas na tabela seguinte, analisaremos de seguida o processo de construção do estereótipo da comunidade  $C_2$ .

	Preferências
$U_1$	$Comp_1, Comp_6$
$U_2$	$Comp_1, Comp_6, Comp_8$
$U_3$	$Comp_1, Comp_5$
$U_4$	$Comp_1, Comp_4, Comp_5, Comp_6$
$U_5$	$Comp_1, Comp_3, Comp_4$
$U_6$	$Comp_1, Comp_3, Comp_5, Comp_6$

A comunidade  $C_2$  é constituída pelos utilizadores  $U_1$  e  $U_5$ . Tendo em consideração as suas preferências e um valor para  $\alpha$  de 0.05, o estereótipo desta comunidade é obtido pelas preferências dos utilizadores presentes nesta comunidade ( $Comp_1, Comp_3, Comp_4, Comp_6$ ) cujo aumento da frequência nesta comunidade, em comparação com a totalidade dos utilizadores observados, seja superior ao valor escolhido para  $\alpha$ .

Aplicando a métrica definida anteriormente, resulta:

$$AF_{Comp_1} = \left(\frac{2}{2}\right)^2 - \left(\frac{6}{6}\right)^2 = 1.0 - 1.0 = 0.0$$

$$AF_{Comp_3} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{2}{6}\right)^2 = 0.25 - 0.11 = \mathbf{0.14}$$

$$AF_{Comp_4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{2}{6}\right)^2 = 0.25 - 0.11 = \mathbf{0.14}$$

$$AF_{Comp_6} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{4}{6}\right)^2 = 0.25 - 0.44 = -0.19$$

O estereótipo da comunidade  $C_2$  é então constituído pelos componentes de um produto de seguros  $Comp_3$  e  $Comp_4$ .

## 6.5 Perfil do Utilizador

Na nossa aplicação, o cliente aborda o intermediário com um requisito: pretende adquirir um seguro para cobrir determinados riscos. Este pedido está, normalmente, incompleto e incerto e, provavelmente, o cliente não terá conhecimento de todas as opções disponíveis.

Na maioria das vezes, o cliente não é um perito em seguros e espera que o intermediário o ajude e aconselhe na definição das suas necessidades, na selecção de um produto e na interacção com as seguradoras.

Propomos a construção de um perfil das preferências do utilizador a partir do conjunto de propostas seleccionadas, pelo cliente, para as próximas rondas da negociação. Mesmo que um cliente, ao observar o conjunto de propostas enviadas pelas seguradoras, limite a comparação dessas propostas a um número reduzido de atributos, o perfil extraído reflecte as suas preferências na totalidade dos atributos. Estas preferências serão usadas na negociação entre o intermediário e a seguradora e, após esta negociação terminar, no diálogo estabelecido entre o intermediário e o agente que representa o cliente.

O conjunto de treino é composto por propostas que o utilizador achou interessantes. Formalmente, um proposta é descrita por um vector  $P_i = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  de  $n$  atributos. Estes atributos podem ter valores numéricos ou nominais e são retirados da ontologia do domínio. O método de aprendizagem proposto pretende, com base no conjunto de treino de  $m$  vectores, classificar todos os atributos no conjunto.

A construção do perfil baseia-se na correlação entre o conteúdo das propostas e as preferências do utilizador em oposição aos métodos baseados na correlação entre utilizadores com preferências semelhantes. Para determinar estas preferências pode ser usado *feedback* implícito ou explícito. No *feedback* implícito as preferências dos utilizadores são inferidas através da observação das suas acções, tornando-se mais conveniente para o utilizador. No nosso sistema evita que o utilizador tenha de classificar o conteúdo de cada uma das propostas recebidas.

Uma proposta de uma seguradora é representado por um vector  $n$ -dimensional, onde cada dimensão corresponde a um atributo distinto e  $n$  é o número total de pares atributo-valor. Por exemplo,

$$P_i = [\text{policy\_type} : \text{term}, \text{death\_benefit} : 50000, \dots]$$

O vector  $V_i$  que é possível extrair de uma proposta é representado por:

$$V_i = [x_1 : FV_1, x_2 : FV_2, \dots, x_n : FV_n]$$

onde  $FV_i$  é a frequência com que o par atributo-valor  $x_i$  aparece numa proposta.

$FV_i$  é obtido por

$$FV_i = \begin{cases} 1 & \text{se o valor ocorre na proposta } i \\ 0 & \text{se o valor não ocorre na proposta } i \end{cases} \quad (6.5)$$

O perfil de um utilizador pode ser representado, tal como as propostas das seguradoras,

por um vector. O perfil é um vector  $n$ -dimensional, em que  $n$  é o número de atributos possíveis para um produto de seguros. Por sua vez, cada dimensão é representada por  $m$  vectores, em que  $m$  é o número total de valores possíveis para esse atributo. Em cada um destes  $m$  vectores estão representados o valor do atributo e o seu peso no perfil do utilizador.

O peso de cada um dos valores possíveis para um atributo  $W_i$  é calculado como a combinação da frequência do valor numa dada proposta  $FV_i$  com a frequência desse mesmo valor no conjunto das propostas seleccionadas  $FP_i$ .

$$FP_i = \sum_{j=0}^n FV_{ij} \quad (6.6)$$

$$W_i = FV_i * \frac{FP_i}{n} \quad (6.7)$$

Propomos um algoritmo para a construção do perfil do utilizador (algoritmo 4). Esta abordagem assenta na ideia de que quanto maior o número de vezes, que um par atributo-valor ocorrer no conjunto das propostas seleccionadas, mais relevante é para o utilizador.

---

**Algoritmo 4** Construção do perfil do utilizador

---

**para** cada uma das propostas seleccionadas **fazer**  
  extrair o vector  $V_i$  para essa proposta.  
  combinar  $V_i$  com o perfil já construído  $V$ ,  $V_k = V + V_i$   
  ordenar os pesos dos atributos no novo vector  $V_k$  por ordem decrescente e guardar os  $m$  maiores elementos em  $V$   
**fim para**

---

Este algoritmo é usado incrementalmente, sempre que o utilizador selecciona uma proposta para as próximas rondas da negociação e tem a capacidade de se adaptar a alterações nas preferências do utilizador.

### 6.5.1 Exemplo

Supondo que um produto de seguros é descrito, na ontologia do domínio, pelos atributos e valores possíveis para esses atributos, presentes na tabela seguinte, analisaremos o processo de construção do perfil de um utilizador.

Atributo	Valores possíveis
<i>tipo</i>	temporário, permanente
<i>tempo</i>	1 ano, 5 anos, 10 anos, 15 anos
<i>capital</i>	40000, 50000, 60000
<i>pagamento</i>	mensal, semestral, anual
<i>prémio</i>	20 → 40, 40 → 60, 60 → ∞

O conjunto de propostas apresentadas ao utilizador está representado na tabela seguinte. Deve ser referido que, por uma questão de clareza do exemplo, todas as propostas possuem valores em todos os atributos e não existem diversos componentes por proposta. Esta situação não é exigida no sistema implementado, no qual as seguradoras são livres de propor diferentes componentes (por exemplo, coberturas extra), que podem ou não surgir nas propostas de outras seguradoras.

	Tipo	Tempo	Capital	Pagamento	Prémio
<i>P1</i>	temporário	5 anos	50000	mensal	35
<i>P2</i>	temporário	5 anos	60000	anual	64
<i>P3</i>	permanente		50000	semestral	45
<i>P4</i>	temporário	10 anos	40000	mensal	30
<i>P5</i>	temporário	1 ano	50000	semestral	41
<i>P6</i>	temporário	10 anos	50000	semestral	32
<i>P7</i>	temporário	10 anos	60000	semestral	57

Supondo que os critérios usados, pelo cliente, foram um período da apólice de 5 a 10 anos e um prémio inferior a 50, o conjunto de propostas seleccionadas foi o seguinte:

	Tipo	Tempo	Capital	Pagamento	Prémio
<i>P1</i>	temporário	5 anos	50000	mensal	35
<i>P4</i>	temporário	10 anos	40000	mensal	30
<i>P6</i>	temporário	10 anos	50000	semestral	32

De acordo com os valores possíveis para um produto de seguros, o perfil do utilizador é inicialmente composto pelos seguintes valores:

$$\begin{aligned}
 \text{perfil} = [ & [\textit{tipo}, [\textit{temporário} : 0.0, \textit{permanente} : 0.0]], \\
 & [\textit{tempo}, [1 \textit{ano} : 0.0, 5 \textit{anos} : 0.0, 10 \textit{anos} : 0, 15 \textit{anos} : 0.0]], \\
 & [\textit{capital}, [40000 : 0.0, 50000 : 0.0, 60000 : 0.0]], \\
 & [\textit{pagamento}, [\textit{mensal} : 0.0, \textit{semestral} : 0.0, \textit{anual} : 0.0]], \\
 & [\textit{prémio}, [20 \rightarrow 40 : 0.0, 40 \rightarrow 60 : 0.0, 60 \rightarrow \infty : 0.0]] ]
 \end{aligned}$$

Aplicando o algoritmo de construção do perfil do utilizador ao conjunto de propostas seleccionadas, o vector que é possível extrair da proposta  $P_1$  é:

$$V_1 = [ \{tipo, \{temporário : 1, permanente : 0\}\}, \\ \{tempo, \{1 \text{ ano} : 0, 5 \text{ anos} : 1, 10 \text{ anos} : 0, 15 \text{ anos} : 0\}\}, \\ \{capital, \{40000 : 0, 50000 : 1, 60000 : 0\}\}, \\ \{pagamento, \{mensal : 1, semestral : 0, anual : 0\}\}, \\ \{prémio, \{20 \rightarrow 40 : 1, 40 \rightarrow 60 : 0, 60 \rightarrow \infty : 0\}\} ]$$

Como ainda só existe uma proposta seleccionada a frequência dos valores seleccionados no conjunto das propostas,  $FP_i$ , é igual a 1. Logo o peso dos valores seleccionados no perfil do utilizador é de 100%. Assim, após a selecção da proposta  $P_1$  o perfil do utilizador é composto por:

$$perfil = [ [tipo, [temporário : 1.0]], \\ [tempo, [5 \text{ anos} : 1.0]], \\ [capital, [50000 : 1.0]], \\ [pagamento, [mensal : 1.0]], \\ [prémio, [20 \rightarrow 40 : 1.0]] ]$$

Ao analisar a proposta  $P_4$  é possível retirar o seguinte vector:

$$V_4 = [ \{tipo, \{temporário : 1, permanente : 0\}\}, \\ \{tempo, \{1 \text{ ano} : 0, 5 \text{ anos} : 0, 10 \text{ anos} : 1, 15 \text{ anos} : 0\}\}, \\ \{capital, \{40000 : 1, 50000 : 0, 60000 : 0\}\}, \\ \{pagamento, \{mensal : 1, semestral : 0, anual : 0\}\}, \\ \{prémio, \{20 \rightarrow 40 : 1, 40 \rightarrow 60 : 0, 60 \rightarrow \infty : 0\}\} ]$$

A frequência dos valores seleccionados no conjunto das propostas,  $FP_i$ , é agora:

$$FP = [ \{tipo, \{temporário : 2, permanente : 0\}\}, \\ \{tempo, \{1 \text{ ano} : 0, 5 \text{ anos} : 1, 10 \text{ anos} : 1, 15 \text{ anos} : 0\}\}, \\ \{capital, \{40000 : 1, 50000 : 1, 60000 : 0\}\}, \\ \{pagamento, \{mensal : 2, semestral : 0, anual : 0\}\}, \\ \{prémio, \{20 \rightarrow 40 : 2, 40 \rightarrow 60 : 0, 60 \rightarrow \infty : 0\}\} ]$$

Calculando o peso respectivo de cada um dos valores no conjunto das propostas, após a selecção da proposta  $P_4$ , o perfil do utilizador é composto por:

$$perfil = [ [tipo, [temporário : 1.0]], \\ [tempo, [5 \text{ anos} : 0.5, 10 \text{ anos} : 0.5]], \\ [capital, [40000 : 0.5, 50000 : 0.5]], \\ [pagamento, [mensal : 1.0]], \\ [prémio, [20 \rightarrow 40 : 1.0]] ]$$

Ao analisar a proposta  $P_6$  retira-se o seguinte vector:

$$V_6 = [ \{tipo, \{temporário : 1, permanente : 0\}\}, \\ \{tempo, \{1 \text{ ano} : 0, 5 \text{ anos} : 0, 10 \text{ anos} : 1, 15 \text{ anos} : 0\}\}, \\ \{capital, \{40000 : 0, 50000 : 1, 60000 : 0\}\}, \\ \{pagamento, \{mensal : 0, semestral : 1, anual : 0\}\}, \\ \{prémio, \{20 \rightarrow 40 : 1, 40 \rightarrow 60 : 0, 60 \rightarrow \infty : 0\}\} ]$$

A frequência dos valores seleccionados no conjunto das propostas,  $FP_i$ , é agora:

$$FP = [ \{tipo, \{temporário : 3, permanente : 0\}\}, \\ \{tempo, \{1 \text{ ano} : 0, 5 \text{ anos} : 1, 10 \text{ anos} : 2, 15 \text{ anos} : 0\}\}, \\ \{capital, \{40000 : 1, 50000 : 2, 60000 : 0\}\}, \\ \{pagamento, \{mensal : 2, semestral : 1, anual : 0\}\}, \\ \{prémio, \{20 \rightarrow 40 : 3, 40 \rightarrow 60 : 0, 60 \rightarrow \infty : 0\}\} ]$$

Com três propostas seleccionadas, calculando o peso respectivo de cada um dos valores no conjunto das propostas e após a selecção da proposta  $P_6$ , o perfil do utilizador é:

$$perfil = [ [tipo, [temporário : 1.0]], \\ [tempo, [10 \text{ anos} : 0.67, 5 \text{ anos} : 0.33]], \\ [capital, [50000 : 0.67, 40000 : 0.33]], \\ [pagamento, [mensal : 0.67, semestral : 0.33]], \\ [prémio, [20 \rightarrow 40 : 1.0]] ]$$

Serão os valores presentes no perfil que serão usados na negociação, para os atributos que não forem explicitamente indicados pelo utilizador, no pedido inicial ou na contra-proposta. O utilizador tem a oportunidade de consultar e alterar o perfil construído automaticamente.

No exemplo usado é possível observar que apesar dos critérios usados pelo utilizador terem sido o prémio e a duração da apólice, o perfil do utilizador reflecte as suas escolhas na totalidade dos atributos existentes. Verifica-se que ao ter usado como critério de selecção das propostas um prémio inferior a 50, limitou, por exemplo, o capital coberto. Assim, o montante máximo que provavelmente conseguirá para este atributo será 50000. Este poderá muito bem ser um aspecto desconhecido pelo utilizador e que é reflectido no seu perfil.

## 6.6 Conclusão

Enquanto que a maioria dos métodos de aprendizagem automática têm sido usados para determinar modelos de utilizadores individuais, neste capítulo é analisada a exploração de técnicas de aprendizagem automática na modelação dos clientes de um mercado electrónico de seguros, nomeadamente a organização de utilizadores em

grupos com características comuns (*comunidades*) e a extracção de uma caracterização com significado dos grupos gerados (*estereótipos*).

As comunidades geradas podem ser muito úteis na negociação de produtos de seguros ajustados às necessidades individuais dos utilizadores. No entanto, isto só pode ser convenientemente conseguido quando as comunidades geradas tiverem significado, isto é, quando puderem ser associadas a uma determinada configuração de um produto de seguros. Por isso, foi analisada uma métrica que, avaliando o aumento da frequência com que um determinado par atributo-valor ocorre numa dada comunidade, caracteriza os produtos seleccionados pelos utilizadores dessa mesma comunidade.

Como, normalmente, o utilizador não é capaz de formular um pedido especificando todos os atributos que constituem um produto de seguros, é construído um perfil das suas preferências a partir do conjunto de propostas seleccionadas para as próximas rondas de negociação. Na construção deste perfil destaca-se a ausência de uma classificação explícita, por parte do utilizador, de todas as propostas recebidas.



# Capítulo 7

## Descrição do Sistema *BIAS*

O sistema *BIAS* (*Brokerage for Insurance - an Agent-mediated System*) é um sistema multi-agente de mediação electrónica de seguros. O seu objectivo é tornar mais fácil e automática a escolha de um produto de entre os várias propostas efectuadas pelas seguradoras. Este sistema ilustra as metodologias de negociação automática discutidas anteriormente, bem como técnicas de aprendizagem automática na modelação de clientes de um mercado electrónico de seguros, nomeadamente a organização de utilizadores em grupos com características comuns (*comunidades*) e a extracção de um significado dos grupos gerados (*estereótipos*).

Neste capítulo é descrito o sistema implementado, sendo apresentada a sua arquitectura e detalhes de implementação relevantes.

### 7.1 Arquitectura

O sistema *BIAS* foi desenvolvido com o intuito de mediar as interacções entre seguradoras e clientes. O objectivo é seleccionar de entre o conjunto de propostas elaboradas pelas seguradoras existentes no mercado, a que melhor satisfaça as necessidades específicas de um cliente. A necessidade de um intermediário nesta interacção entre clientes e seguradoras, foi já discutida em capítulos anteriores. Porque as seguradoras e clientes têm objectivos e comportamentos próprios, e são entidades independentes e espacialmente distribuídas, o uso da metodologia multi-agente torna-se adequada na arquitectura do sistema.

As seguradoras, intermediário e clientes serão representadas no sistema por agentes - *Agente Seguradora* (AS), *Agente Intermediário* (AI) e *Agente Cliente* (AC) - que modelam as respectivas entidades físicas.

A figura 7.1 descreve sucintamente a arquitectura global do sistema, incluindo os agentes necessários, bem como as suas interacções no nosso sistema de mediação electrónica

de seguros. Repare-se que, para além de serviços elementares como protocolos de negociação e ontologia, o *Agente Intermediário* possui capacidade para construir e explorar comunidades de utilizadores e os seus estereótipos.

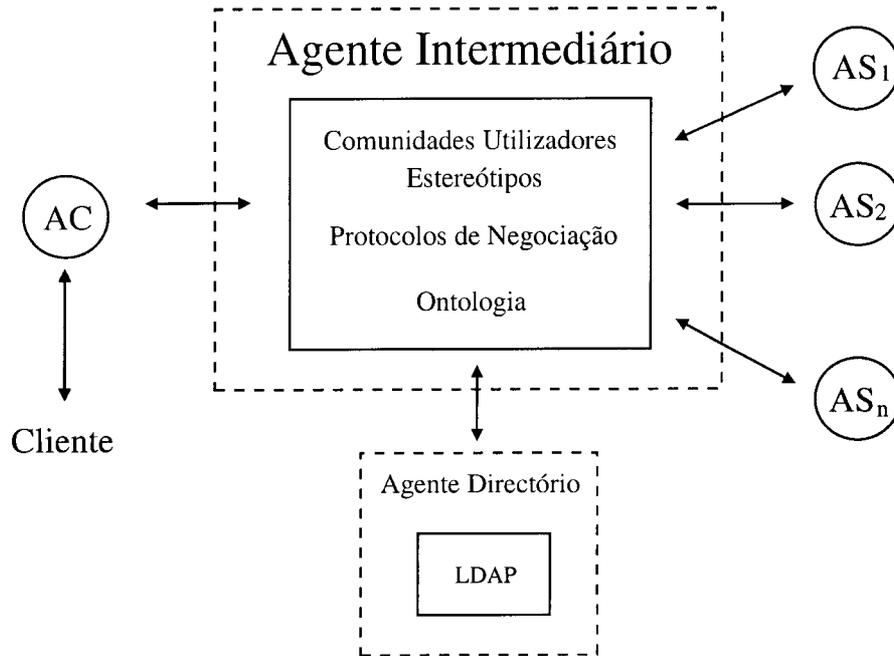


Figura 7.1: Arquitectura do sistema de mediação electrónica de seguros

### 7.1.1 Agente Directório

Normalmente os sistemas são implementados com servidores que fornecem informação sobre a localização e disponibilidade de bases de dados e aplicações e, potencialmente, mecanismos de procura nessas bases de dados e aplicações. No nosso sistema o *Agente Directório* é responsável pela interacção com um servidor LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*), um protocolo padrão para serviços de nomes/directório.

Este servidor irá conter a identificação de todos os *Agentes Seguradora* e *Agentes Cliente* presentes no mercado. O *Agente Directório* fornece mecanismos de inserção, procura e remoção de informação no servidor LDAP. Recebe (envia) mensagens XML do (para) *Agente Intermediário*, sendo um agente completamente autónomo, tornando possível uma distribuição do serviço de mediação por mais do que uma máquina na rede.

## 7.1.2 Agente Intermediário

O *Agente Intermediário* (AI) é o responsável pela interacção entre múltiplos *Agentes Cliente* e *Agentes Seguradora*. Tem como principais funções:

- Construir e disponibilizar uma ontologia aos restantes agentes do sistema.
- Discutir os requisitos do cliente e prestar aconselhamento.
- Construir comunidades distintas numa população de utilizadores e extrair os seus estereótipos.
- Negociar os detalhes do produto com as seguradoras, em nome do cliente.

### 7.1.2.1 Construção e Disponibilização de uma Ontologia

A ontologia fornece o vocabulário de representação para um domínio específico. Uma ontologia inclui as representações lexical, sintáctica e semântica dos conceitos do domínio em análise. Os conceitos a representar são as necessidades dos clientes, bem como as ofertas das seguradoras.

Esta representação deve incluir os termos, condições, relações e categorizações existentes num produto de seguros. Uma tal definição deve ser extensível, de modo a suportar a adição de novos termos e relações ao longo do tempo. Assim, a estrutura escolhida para a representação das necessidades dos clientes e ofertas das seguradoras foi a seguinte:

*Classe* → {*Componentes*} Uma classe é representada por um conjunto de componentes.

*Componente* → {*Atributos*} Um componente é representado por um conjunto de atributos.

*Atributo* → {*Tipo, Dominio, Negociável, Obrigatório*} Um atributo é identificado pelo tipo de valores que assume (*inteiro, real, string*), pelo domínio de valores passíveis de ocorrer (*discreto, contínuo*). Um atributo pode ou não ser negociável e/ou obrigatório.

A ontologia do sistema é disponibilizada aos restantes intervenientes no sistema no formato XML, de modo a garantir total compatibilidade com plataformas e sistemas usados pelas diversas seguradoras e clientes. Como exemplo considere-se a figura 7.2, com um excerto de como as seguradoras devem efectuar uma proposta de um produto aos seus clientes.

```
<class>
  <name> proposal </name>
  <description> how to make an insurance proposal </description>
  <slot> proposal header </slot>
  <slot> product type </slot>
</class>
<slot>
  <name> proposal header </name>
  <description> identifies proposal </description>
  <attribute> insurerName </attribute>
  <attribute> proposalID </attribute>
</slot>
<attribute>
  <name> insurerName </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
</attribute>
<attribute>
  <name> proposalID </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> integer </type>
  <domain> positive </domain>
</attribute>
...
```

Figura 7.2: Ontologia: como definir uma proposta

### 7.1.2.2 Discutir Requisitos e Aconselhar

A maioria dos sistemas espera que o cliente seja capaz de expressar as suas necessidades numa complexa linguagem de seguros. No nosso sistema o cliente começa por fornecer ao *Agente Intermediário*, através do seu *Agente Cliente*, as suas características e necessidades, preenchendo um formulário simples. Se o cliente pretender, ou for capaz de, formular um pedido inicial este é também enviado ao *Agente Intermediário*.

O *Agente Intermediário* insere o utilizador na população de utilizadores observados e devolve ao *Agente Cliente* o estereótipo da respectiva comunidade. Se o cliente não tiver formulado um pedido pode, com base nesta informação, especificar um pedido inicial coerente com as preferências dos restantes utilizadores com características semelhantes. Se tiver especificado alguns requisitos para determinados atributos e estes se distanciarem do estereótipo da sua comunidade, o *Agente Intermediário* informa o cliente que esses valores poderão ser difíceis de atingir durante a negociação, indicando-lhe os valores do estereótipo para esses atributos.

Quando o processo de negociação termina é possível que nenhuma das propostas recebidas satisfaça todas as restrições impostas pelo cliente. Nesse caso é estabelecido um diálogo com o *Agente Cliente*. Esta interacção toma a forma de uma sequência de questões cujo objectivo é reduzir o número de alternativas em vez de simplesmente ordenar as propostas recebidas.

Em todas estas mensagens é usado o seguinte formato:

*(per formativa agente\_emissor agente\_receptor operador\_diálogo conteúdo)*

A performativa, ou tipo de mensagem, representa a classe geral da mensagem. No sistema implementado são usadas as classes *request*, *query* e *inform*.

De acordo com [31] podemos ver um pedido como tendo um nível de compromisso associado. A performativa *request* está fortemente associada com um avanço na tarefa de encontrar um produto de seguros adequado, uma vez que envolve restrições. Quando o *Agente Intermediário* envia um pedido, está a estabelecer um compromisso na forma como a progressão na tarefa de seleccionar um produto de seguros deve ser realizada, solicitando ao *Agente Cliente* a informação necessária a este progresso. O *Agente Cliente* responde com uma mensagem do tipo *inform* apropriada.

A performativa *query* relaciona-se com a troca de informação. Os seus objectos de discurso são a ontologia do domínio e informação relevante sobre o estado actual da interacção. Quando uma mensagem do tipo *query* é enviada pelo *Agente Cliente*, o *Agente Intermediário* responde com uma mensagem do tipo *inform*, seguida do operador de diálogo apropriado.

O primeiro operador de diálogo acessível ao *Agente Intermediário*, CONSTRAINT-ATTRIBUTE, envolve questionar o *Agente Cliente* sobre o valor possível para um

atributo, cujo valor ainda não é conhecido. Em alguns casos, o processo de introdução de uma restrição pode originar uma situação em que nenhuma das propostas recebidas é satisfatória. Quando isto acontece o *Agente Intermediário* aplica o operador RELAX-ATTRIBUTE, perguntando ao *Agente Cliente* se este aceita alterar a restrição para um dado valor.

O operador SUGGEST-VALUES informa o *Agente Cliente* sobre valores possíveis para um atributo. De realçar que o *Agente Intermediário* envia apenas os valores mais adequados e não todos os valores possíveis. Um operador semelhante, SUGGEST-ATTRIBUTES, informa o cliente sobre possíveis atributos de um componente de um produto de seguros.

Quando esta conversação tiver produzido um número válido de alternativas o *Agente Intermediário* invoca o operador RECOMMEND-INSURANCE, propondo uma configuração completa para um produto de seguros ao *Agente Cliente*.

A tabela 7.1 resume os operadores de diálogo usados pelo *Agente Intermediário*.

Performativa	Operador de Diálogo	Descrição
Request	CONSTRAINT-ATTRIBUTE	Questiona o AC para obter um valor para um atributo
	RELAX-ATTRIBUTE	Questiona o AC para modificar um valor de um atributo
Inform	SUGGEST-VALUES	Sugere um conjunto de valores possíveis para um atributo
	SUGGEST-ATTRIBUTES	Sugere um conjunto de atributos cujas restrições não são conhecidas
	RECOMMEND-INSURANCE	Recomenda um produto de seguros

Tabela 7.1: Operadores de diálogo disponíveis para o *Agente Intermediário*

### 7.1.2.3 Construir Comunidades e Estereótipos

O processo de criação das comunidades pretende estruturar um conjunto de utilizadores, criando grupos com base nas semelhanças encontradas nas suas características. Tendo uma população de utilizadores, o *Agente Intermediário* tenta encontrar um conjunto de comunidades que cubram todos os utilizadores, tais que:

- A semelhança entre os utilizadores do mesmo grupo seja maximizada.
- A semelhança entre os utilizadores de diferentes comunidades seja minimizada.

O *Agente Intermediário* vai automática e incrementalmente construindo estas comunidades de utilizadores, aplicando o COBWEB, um algoritmo de aprendizagem não supervisionada, a cada nova observação de um utilizador (figura 7.3). Sempre que um

novo cliente contacta o *Agente Intermediário* é adicionado à hierarquia existente, resultando numa nova hierarquia. Esta hierarquia reflecte o estado actual das comunidades de utilizadores conhecidas pelo *Agente Intermediário*.

Cada utilizador, para além de um conjunto de características usadas na construção das comunidades, possui um conjunto de preferências sobre a configuração de um produto de seguros. Assim, a forma mais natural de definir um estereótipo das preferências dos utilizadores é tentar identificar padrões nessas preferências, representativos dos respectivos utilizadores de cada comunidade. Para construir estes estereótipos (ver capítulo 6), o *Agente Intermediário* aplica uma métrica para avaliar o aumento da frequência de uma preferência específica numa dada comunidade, quando comparada com a frequência dessa mesma preferência na população total de utilizadores.

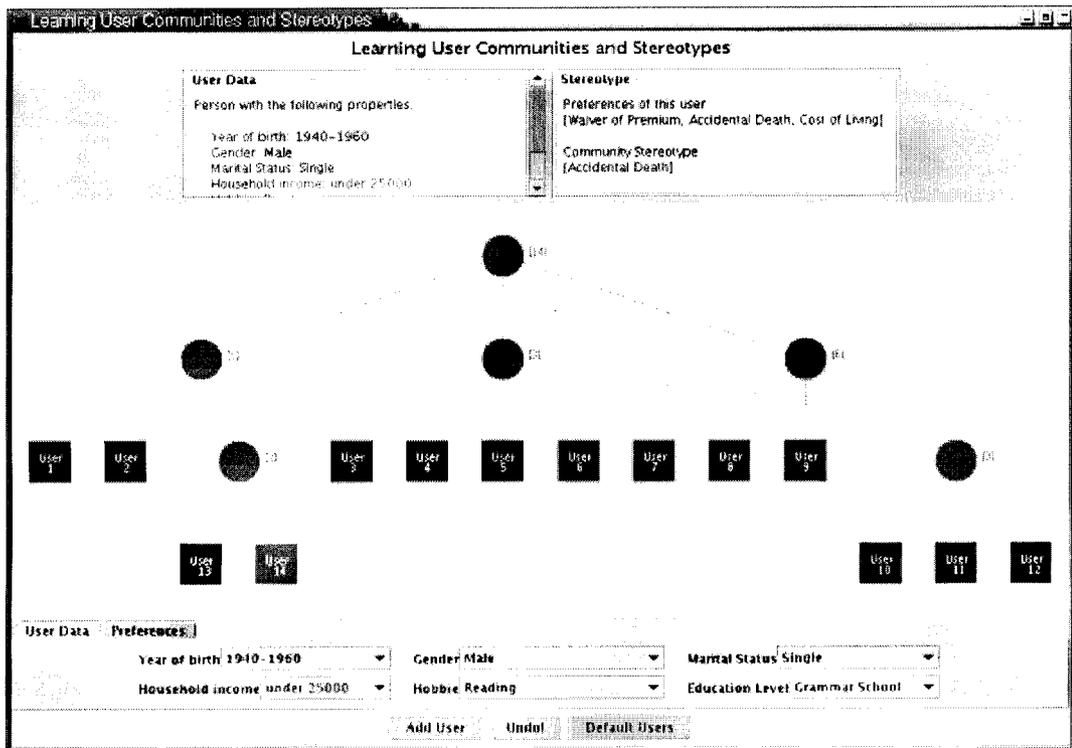


Figura 7.3: Comunidades de utilizadores e respectivos estereótipos

Sempre que um novo utilizador é adicionado à hierarquia existente e as comunidades são reformuladas, também a construção dos estereótipos das diferentes comunidades necessita de ser reavaliada, uma vez que as novas comunidades podem ser muito diferentes das anteriores. No entanto, se as preferências deste novo utilizador não forem ainda conhecidas, a sua adição a uma dada comunidade não influencia a avaliação da frequência das preferências dessa comunidade. Existe uma clara distinção entre o número de utilizadores numa comunidade e o número de utilizadores numa comunidade

cujas preferências são conhecidas. Se isso não acontecesse os estereótipos encontrados não seriam, de facto, caracterizadores das preferências dos utilizadores, uma vez que a sua construção se baseia na frequência com que essas preferências ocorrem em cada uma das comunidades.

#### 7.1.2.4 Negociar com as Seguradoras

A negociação estabelecida com as seguradoras segue o protocolo *Negociação-Q*, descrito no capítulo 5. A negociação é conduzida pelo *Agente Intermediário*, em representação do cliente, que possui o papel de organizador, comportando-se os *Agentes Seguradora* como respondentes.

A negociação inicia-se quando o *Agente Intermediário* envia aos *Agentes Seguradora* o anúncio do produto de seguros que o cliente pretende obter. O anúncio inclui as características do cliente e os valores que o cliente considerou que pudessem ser do conhecimento das seguradoras, nos diversos componentes requisitados.

O processo de negociação é composto por múltiplas rondas, sendo pré-estabelecido pelo *Agente Intermediário* um intervalo de tempo máximo para cada ronda, de forma a evitar bloqueios caso alguns dos *Agentes Seguradora* não responda ou a sua mensagem se perca. Uma ronda de negociação termina quando é atingido o tempo máximo ou todos os *Agentes Seguradora*, actualmente a participar na negociação, já enviaram as suas propostas.

No término de uma ronda de negociação, o *Agente Intermediário* envia aos *Agentes Seguradora* participantes nessa ronda, um comentário qualitativo das suas propostas. O comentário a realizar sobre uma proposta  $P_i$  implica o seguinte procedimento:

- Determinação da melhor proposta recebida até ao momento ( $P_m$ ). Esta é a proposta que apresenta o valor de avaliação mais elevado para o *Agente Intermediário*, considerando as preferências do cliente.
- Comparação da proposta  $P_i$  com a proposta  $P_m$ . A comparação é realizada sobre cada um dos múltiplos atributos que compõem cada um dos componentes. O resultado é um comentário, com informação relativa à aceitabilidade dos valores propostos para esse atributo, composto por dois itens de informação: o grau de satisfação e a direcção do desvio.

**Grau de satisfação:** É um valor qualitativo pertencente ao conjunto  $\{suficiente, mau, muito mau\}$ , conforme o valor do atributo na proposta  $P_i$  se aproxima, está distante ou muito distante do valor desse mesmo atributo na proposta  $P_m$ .

**Direcção do desvio:** Pode assumir um valor no conjunto  $\{elevado, reduzido, ok\}$ , conforme o valor do atributo na proposta  $P_i$  é inferior, superior ou igual

ao valor que o *Agente Intermediário* considera óptimo para esse atributo, de acordo com as preferências do cliente.

O comentário a realizar, no final de cada ronda de negociação, às propostas enviadas pelos *Agentes Seguradora*, é então um conjunto de comentários individuais aos valores de cada um dos atributos que compõem a proposta.

O término da negociação pode ser especificado, pelo *Agente Intermediário*, impondo um tempo de duração máximo ou um número de rondas limite. Em cada ronda as seguradoras são avisadas do tempo ou número de rondas restantes.

### 7.1.3 Agente Seguradora

O *Agente Seguradora* define as competências (os produtos e serviços) da companhia seguradora que representa, de acordo com a ontologia estabelecida, às quais associa preferências e restrições próprias. O *Agente Seguradora* irá competir no mercado electrónico, com as suas competências, na oferta de um produto ou serviço de seguros a um dado cliente.

Como já foi referido, um componente de um produto é identificado por um conjunto de atributos. É na identificação de cada um dos atributos que o *Agente Seguradora* inclui as suas próprias preferências e restrições. A identificação de um atributo  $Atr_i$  deve especificar:

- Os valores que o agente aceita para esse atributo, valores estes que são apresentados por uma ordem de preferência ( $Val_i$ ).
- As dependências associadas aos diferentes valores dos atributos ( $Dep_{ij}$ ).

A ordem posicional dos atributos num componente, determina a sua importância relativa.

$$Cmpt_x = Atr_1, Atr_2, \dots, Atr_n$$

$$Impt(Atr_1) > Impt(Atr_2) > \dots > Impt(Atr_n)$$

Assim, definir o componente  $x$  como sendo constituído pelos atributos  $Atr_1$ ,  $Atr_2$ , e  $Atr_3$  (a ordem é relevante), significa que o atributo  $Atr_1$  é mais importante que o atributo  $Atr_2$  e este mais importante que o atributo  $Atr_3$ . Esta consideração é importante, pois o *Agente Seguradora*, durante o processo de negociação, poderá tentar, de acordo com a tática negocial escolhida, aproximar-se dos requisitos do cliente começando pelos atributos menos importantes para a seguradora.

A identificação dos valores de um atributo representa o conjunto de valores que o *Agente Seguradora* aceita para esse atributo. Tal como descrito no parágrafo anterior, também o conjunto de valores de um atributo é apresentado por ordem de preferência.

$$Atr_i = \{Valor_1, Valor_2, \dots, Valor_n\}$$

$$Impt(Valor_1) > Impt(Valor_2) > \dots > Impt(Valor_n)$$

$$Valor_i \in \{V_a, V_a \rightarrow V_b\}$$

Cada um dos elementos do conjunto de valores referido é identificado por um valor único ( $V_a$ ) ou um intervalo de valores ( $V_a \rightarrow V_b$ ). Assim, é possível identificar domínios de valores descontínuos.

Tipicamente, as características de um produto de seguros, tais como o prémio ou o montante coberto, não são fixas, mas dependem da informação fornecida pelo cliente. As dependências ( $Dep_{ij}$ ) associadas a um atributo estipulam que determinados valores do domínio só são válidos se outros atributos, de outros ou do mesmo componente, possuem os valores especificados.

$$Dep_{ij} = f(Val_{ki}, Val_{mj})$$

Mas em vez de especificar na configuração de cada produto um conjunto fixo de valores, o *Agente Seguradora* pode especificar dependências dinâmicas entre características do produto. Um dependência dinâmica obtém o seu valor apenas no momento em que é requisitada, durante o processo de negociação. Tendo em consideração a informação fornecida pelo cliente e o valor desta dependência, é possível adaptar o produto às necessidades particulares de cada cliente individual. Assim, a seguradora tem a capacidade de definir diferentes estratégias de negócio para diversos produtos, orientando-os a determinados mercados alvo.

As dependências dinâmicas podem ser fornecidas como chamadas a programas externos, facilitando a reutilização de recursos existentes em tarefas que provavelmente já estarão implementadas nos sistemas actuais, como por exemplo o cálculo do prémio.

A figura 7.4 exemplifica a definição de um produto por parte do *Agente Seguradora*. O *Agente Seguradora* certifica-se que o valor dos atributos respeitam o tipo e domínio definidos na ontologia. Só os produtos que respeitam esta condição são considerados na negociação.

#### 7.1.4 Agente Cliente

O *Agente Cliente* é responsável pela modelação da entidade física cliente e tem como principais funções:

```
<product>
  <type> life insurance </type>
  <name> base_product </name>
  <description> Excelent product ... </description>
  <policy>
    <attribute>
      <name>policy_Type</name>
      <value>Term</value>
    </attribute>
    <attribute>
      <name>policy_DeathBenefit</name>
      <value>50000</value>
      <value>40000</value>
      ...
    </attribute>
    ...
    <attribute>
      <name>policy_Premium</name>
      <value> 30 -> </value>
      <dynamic_dependency>
        calc_premium(policy_DeathBenefit,policy_Length,...)
      </dynamic_dependency>
    </attribute>
  </policy>
  ...
</product>
```

Figura 7.4: Definição de um produto de seguros

- Dialogar com o *Agente Intermediário* em representação do cliente.
- Construir o perfil do utilizador a ser usado na negociação.
- Auxiliar o cliente no processo de selecção de uma proposta.

#### 7.1.4.1 Dialogar com o Agente Intermediário

O *Agente Cliente* tem disponível um conjunto de operadores de diálogo para usar na sua interacção com o *Agente Intermediário*. A acção, PROVIDE-CONSTRAINT, envolve especificar o valor de um dado atributo. Este pode ser um atributo requisitado pelo *Agente Intermediário*, um valor para outro atributo ou uma forma de substituir o valor de um atributo anteriormente especificado. Se o valor proposto pelo *Agente Intermediário* for considerado inapropriado, o *Agente Cliente* pode rejeitar essa proposta ou mesmo substituí-la por outro valor. O operador REJECT-SUGGESTION é usado numa rejeição explícita.

Adicionalmente, o *Agente Cliente* pode aceitar ou rejeitar outras propostas que o *Agente Intermediário* tenha efectuado, para relaxar um dado valor de um atributo (ACCEPT-RELAX ou REJECT-RELAX) ou uma proposta de um produto de seguros completo (ACCEPT-INSURANCE ou REJECT-INSURANCE). O *Agente Cliente* pode ainda questionar o *Agente Intermediário* sobre quais os atributos de um dado componente (QUERY-ATTRIBUTES) ou sobre valores possíveis para um dado atributo (QUERY-VALUES).

A tabela 7.2 resume os operadores usados pelo *Agente Cliente*.

Performativa	Operador de Diálogo	Descrição
Inform	PROVIDE-CONSTRAINT	Fornece um valor de um atributo
	REJECT-SUGGESTION	Rejeita o valor proposto num atributo
	ACCEPT-RELAX	Aceita o novo valor de um atributo
	REJECT-RELAX	Rejeita o novo valor de um atributo
	ACCEPT-INSURANCE	Aceita o produto de seguros proposto
	REJECT-INSURANCE	Rejeita o produto de seguros proposto
Query	QUERY-ATTRIBUTES	Questiona sobre atributos possíveis
	QUERY-VALUES	Questiona sobre valores possíveis

Tabela 7.2: Operadores de diálogo disponíveis para o *Agente Cliente*

#### 7.1.4.2 Construir o Perfil do Utilizador

A tarefa de construção de um perfil do utilizador, pelo *Agente Cliente*, envolve julgar se uma dada característica de um produto é ou não relevante para o cliente. Seria extremamente frustrante e penoso para o utilizador interagir com um agente que

inicia o seu funcionamento sem nenhum conhecimento e necessita de um conjunto de exemplos positivos e negativos, obtidos através da reacção do utilizador. De forma a reduzir essa tarefa de avaliação pelo utilizador, o *Agente Cliente* apenas considera as propostas seleccionadas pelo utilizador para as rondas seguintes da negociação (apenas exemplo positivos).

Sempre que é conhecido um novo exemplo positivo, isto é, sempre que é seleccionada uma proposta, o *Agente Cliente* actualiza o perfil do utilizador. Para além disso, o *Agente Cliente* não armazena nenhuma das propostas consideradas como positivas, mas apenas mantém o perfil aprendido a partir destes exemplos positivos. Desta forma, o sistema adapta-se à evolução das preferências do utilizador.

#### 7.1.4.3 Auxiliar o Cliente na Selecção de uma Proposta

O *Agente Cliente* oferece ao utilizador um catálogo das propostas recebidas dos *Agentes Seguradora* (figura 7.5). Este catálogo permite que o utilizador expresse determinadas preferências sobre os atributos e veja a correspondente proximidade de cada um dos produtos oferecidos.

Ranking	Evaluation	Insurer	policy_Type	policy_DeathBenefit	policy_Duration	policy_PaymentMode	policy_Premium
1	29.951105	insurer1	Term	250000.0	15 years	Annually	340.86853
2	19.688622	insurer2	Term	300000.0	20 years	Monthly	384.2512
3	11.009595	insurer3	Term	350000.0	10 years	Monthly	326.79462
4	10.762103	insurer4	Term	350000.0	20 years	Semi-annually	396.66853
5	9.584342	insurer5	Term	250000.0	5 years	Annually	364.5642
6	8.235155	insurer5	Term	350000.0	1 year	Monthly	324.815
7							
8							
9							
10							

Figura 7.5: Catálogo disponibilizado pelo *Agente Cliente*

Sempre que o catálogo é apresentado ao cliente contém uma lista das propostas recebidas, ordenadas pelo resultado da avaliação efectuada pelo *Agente Intermediário*. Esta avaliação teve em consideração as preferências do cliente enviadas anteriormente. No entanto, esta lista pode ser afinada pelo utilizador através da variação das suas preferências e conseqüente leitura do efeito que essas alterações provocaram na lista ordenada. Para além de encorajar o cliente a considerar atributos que não o prémio do seguro, ajuda-o a explorar o compromisso entre características do produto e preço. O cliente pode assim efectuar uma escolha informada.

## 7.2 Implementação

A presente secção faz a exposição de alguns detalhes de implementação considerados mais relevantes para o entendimento do funcionamento do sistema. O sistema foi implementado na linguagem Java, usando a plataforma de comunicação Bee-gent. A linguagem XML foi a linguagem de comunicação adoptada para o envio de mensagens entre os diversos agentes.

### 7.2.1 Plataforma de Comunicação

A plataforma Bee-gent foi usada no sistema implementado como suporte de comunicação entre os diversos agentes. A selecção desta plataforma prende-se com o facto de esta ter sido uma das mais recentemente desenvolvidas com o objectivo de suportar a comunicação entre agentes em ambientes distribuídos, incluindo serviços específicos para tratamento (envio/recepção) de mensagens XML, bem como pela capacidade de integração no sistema de aplicações existentes.

A plataforma disponibiliza dois tipos de agentes:

**Agent Wrappers:** Usados para agentificar as aplicações existentes.

**Mediation Agents:** Suportam a coordenação entre aplicações, tratando das comunicações.

Possui um conjunto de características que a tornam particularmente indicada para a implementação de um sistema de mediação electrónica de seguros:

**Coordenação unificada de diversas aplicações:** Com os *Mediation Agents* torna-se simples manter a consistência, uma vez que não é necessário dividir e distribuir a coordenação das interacções, com base em cada aplicação individual. Assim, o processo de alterar a configuração do sistema e as suas interacções torna-se mais simples.

**Migração de agentes:** Quando um *Mediation Agent* migra leva consigo programa, dados e estado. A frequência das mensagens é reduzida quando comparada com um sistema de troca de mensagens puro, diminuindo o tráfego na rede. A eficiência do processamento é melhorada uma vez que os agentes comunicam localmente com as aplicações.

**Interfaces comuns entre aplicações:** Os *Agent Wrappers* fornecem interfaces comuns a várias aplicações distintas. A interoperabilidade das aplicações é melhorada, simplificando o desenvolvimento de sistemas distribuídos.

**Agentificação das aplicações existentes:** As aplicações são agentificadas pelos *Agent Wrappers*. Interações flexíveis que se alterem de acordo com a situação são possíveis uma vez que as aplicações e *Mediation Agents* passam a comunicar através da mesma linguagem.

**Apropriado para a Internet:** Os métodos de troca de informação e comunicação são apropriados para a computação na Internet. A migração e comunicações dos agentes adopta o protocolo HTTP. O Bee-gent usa o XML como o formato de representação da linguagem de comunicação dos agentes.

**Encriptação de dados:** Através de um mecanismo de encriptação de chave privada garante a autenticidade, integridade, privacidade e o controlo de acesso à informação.

**Conformidade com o standard internacional da FIPA:** A FIPA é uma organização que pretende a uniformização da tecnologia de agentes. Esta característica garante ao Bee-gent uma maior abertura enquanto plataforma de agentes, permitindo uma coordenação de um maior número de aplicações.

No sistema implementado o Agente Directório é um *Agent Wrapper*, agentificando um servidor LDAP. O *Agente Intermediário* pode, através do envio e recepção de mensagens XML, inserir, eliminar ou consultar informação sobre os agentes registados no sistema. Quem trata da conversão destas mensagens XML para os comandos de interacção com o servidor LDAP é o Agente Directório.

O *Agente Cliente* é também um *Agent Wrapper*. Este agente, para além de permitir que a aplicação Java, desenvolvida para interagir com o utilizador, envie e receba mensagens, fornece capacidades de autonomia e raciocínio a essa aplicação, nomeadamente na construção do perfil do utilizador e na condução do diálogo estabelecido com o *Agente Intermediário*.

O *Agente Intermediário* é na realidade um conjunto de agentes. Existe um *Agent Wrapper*, disponível num endereço HTTP fixo, que serve como ponto de referência aos restantes agentes no sistema. Este agente recebe mensagens de registo de *Agentes Cliente* e *Agentes Seguradora* (interagindo, portanto, com o Agente Directório) e disponibiliza a ontologia, após um registo bem sucedido. É ainda responsável por lançar um Agente Negociador (*Mediation Agent*) por cada *Agente Cliente* que solicite os seus serviços. Este Agente Negociador será responsável pela interacção entre o respectivo *Agente Cliente* e os *Agentes Seguradora*. Existe ainda um Agente Comunidades (*Agent Wrapper*) responsável pela construção das comunidades de utilizadores e extracção dos seus estereótipos. As vantagens desta separação da aprendizagem das comunidades de utilizadores e estereótipos do resto do sistema foram já apresentadas no capítulo 6.

Tal como o *Agente Intermediário*, o *Agente Seguradora* é implementado através de um conjunto de Agentes. Existe um *Agent Wrapper* central, disponível num endereço HTTP fixo, que aguarda pedidos de clientes. Como vimos serão os Agentes Negociadores, lançados pelo *Agente Intermediário*, a contactar este agente central. Por cada

novo cliente é lançado um Agente Negociador\_Seg (*Mediation Agent*) responsável pela negociação a realizar. Existem ainda *Agent Wrappers* a agentificar aplicações com as regras de negócio específicas a cada seguradora, por exemplo, algoritmos de cálculo do prémio.

### 7.2.2 Arquitectura BDI

A ideia central de uma arquitectura BDI é conseguir descrever o estado interno de processamento de um agente, através de um conjunto de estados mentais e definir a arquitectura de controlo através da qual o agente selecciona o seu curso de acção.

Numa arquitectura BDI, o estado do agente é representado por três parâmetros: o seu conhecimento, os seus desejos e as suas intenções. O conhecimento de um agente é o seu modelo do mundo, os seus desejos proporcionam uma determinada ordem entre os estados e as intenções são as acções que decide realizar. No sistema *BIAS* os agentes realizam as seguintes funções:

1. Gerar uma lista de opções. Estas opções representam formas de satisfazer as intenções actuais e novas opções geradas a partir do conhecimento e desejos do agente.
2. Seleccionar um conjunto destas opções para serem adoptadas. Esta selecção baseia-se no conhecimento, desejos e intenções actuais do agente. Estas opções convertem-se em novas intenções.
3. Se existir uma acção que pode ser realizada, dentro do novo conjunto de intenções, esta é executada.
4. Se o agente constatar que uma dada intenção não pode ser realizada, descarta essa intenção.
5. Actualizar o conhecimento e repete o passo 1.

O *Agente Intermediário*, irá mediar a interacção entre cliente e seguradoras, actualizando as suas *crenças* (informação sobre as características e requisitos do cliente e sobre as competências das seguradoras), com a *intenção* de encontrar um produto que se adequa às necessidades particulares do cliente, considerando os seus *desejos*:

- Discutir os requisitos do cliente e prestar aconselhamento.
- Negociar os detalhes do produto com as seguradoras, em nome do cliente.
- Estabelecer o contrato final envolvendo o cliente e a seguradora seleccionada.

Um *Agente Seguradora*, com base no comentário recebido, irá realizar novas propostas, actualizando as suas *crenças* (informação sobre o comportamento dos seus competidores), com a *intenção* de vencer a negociação, considerando os seus *desejos*:

- Satisfação das preferências do cliente, indirectamente reveladas no comentário enviado pelo *Agente Intermediário*.
- Sobreposição aos outros *Agentes Seguradora*, seus directos competidores.
- Maximização da sua própria utilidade.

### 7.2.3 Formulação das Propostas

No sistema implementado o algoritmo *Negociação-Q* foi simplificado, no que diz respeito à formulação das contra-propostas pelos *Agentes Seguradora*.

Para simular diferentes estratégias de negócio os *Agentes Seguradora* foram dotados de um conjunto de táticas de negociação para a formulação das propostas iniciais, na primeira ronda da negociação e das contra-propostas, nas restantes rondas.

O objectivo da negociação é a maximização da utilidade obtida numa transacção. Para isso, é necessário estudar a forma de preparar propostas e contrapropostas adequadas. Os *Agentes Seguradora* usam uma tática específica para gerar as suas propostas.

#### 7.2.3.1 Formulação da Proposta Inicial

Um *Agente Seguradora* compete com os restantes *Agentes Seguradora*, existentes no mercado, no fornecimento de um produto ou serviço de seguros a um dado cliente. A proposta inicial enviada por um *Agente Seguradora* será aquela que apresenta um valor de avaliação máxima para este agente, de acordo com as características do cliente. Os valores a propor para cada um dos atributos que compõem os componentes em negociação são os valores que o agente designou como os de preferência mais elevada, pertencentes ao conjunto dos valores admissíveis para o *Agente Seguradora*.

Para a formulação da proposta inicial foram implementadas duas táticas:

- De acordo com as características do cliente, o *Agente Seguradora* propõe os componentes, e valores para os atributos desses componentes de um produto de seguros, que maximizam a sua utilidade.
- Se o cliente indicar que determinados valores, por ele especificados, podem ser conhecidos pelas seguradoras, o *Agente Seguradora* formula uma proposta inicial que se aproxima, o mais possível, desses valores requeridos pelo cliente. Tal como na tática anterior, os valores propostos dependem das características particulares do cliente.

### 7.2.3.2 Formulação das Contra-propostas

Na formulação das contra-propostas, e de acordo com o comentário recebido e as dependências definidas nos atributos, foram implementadas três táticas:

- O agente relaxa, em cada nova ronda de negociação, os valores dos atributos mal classificados usando um factor fixo.
- O agente varia as suas propostas de acordo com o tempo que dispõe para negociar (adaptada de [10]).
- O agente relaxa, em primeiro lugar, os atributos mal classificados com menor preferência, usando um factor fixo.

Em todas estas táticas é seguida, desde que possível, a direcção do desvio indicada no comentário qualitativo a cada um dos atributos. Este comentário, a cada um dos componentes propostos, tem a seguinte forma, onde  $n$  é o número de atributos desse componente:

$$Cmt = \{Class_1, Class_2, \dots, Class_n\}$$

$$Class_i = \{suficiente, mau, muito_mau\}$$

Uma acção  $a$  é definida pelo conjunto de operações a realizar sobre o valor de cada um dos atributos: manter, incrementar ou decrementar.

$$a = \{Op_1, Op_2, \dots, Op_n\}$$

$$Op_i = \{manter, incrementar, decrementar\}$$

A selecção de qual a acção a realizar é indicada pela tática negocial usada.

Após a selecção de uma acção, os novos valores de um atributo  $i$  são calculados de diferentes modos, dependendo da tática usada.

A tática dependente do tempo faz variar as propostas de acordo com a proximidade do fim do tempo disponível para negociar. O agente  $a$  tem que procurar atingir um acordo até  $t_{max}$ . A proposta para um atributo  $i$ , no momento  $t$  pode ser calculada da seguinte forma:

$$Val_i(t) = \begin{cases} min_i + \alpha_i(t)(max_i - min_i) & \text{se } VP_i \text{ decresce} \\ min_i + (1 - \alpha_i(t))(max_i - min_i) & \text{se } VP_i \text{ cresce} \end{cases}$$

$VP_i$  é o intervalo de valores possíveis para o atributo, cujo gradiente reflecte a preferência do *Agente Seguradora*.

Qualquer função  $\alpha_i(t)$  definindo o comportamento dependente do tempo deve satisfazer as seguintes restrições:

$0 < \alpha_i(t) < 1$ : As propostas estão dentro da gama de valores definidos para o atributo.

$\alpha_i(0)$ : Define o valor inicial, dentro da gama de valores, para a proposta inicial.

$\alpha_i(t_{max})$ : No final do tempo disponível para a negociação é proposto o valor de reserva, que obtém a menor utilidade para o agente.

De modo a satisfazer estas restrições foi usada a seguinte função:

$$\alpha_i(t) = \left( \frac{\min(t, t_{max})}{t_{max}} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

O parâmetro  $\beta$  é usado para ajustar o grau de convexidade da curva, permitindo a criação de um número infinito de táticas possíveis:

- Um valor de  $\beta = 1$  representa uma variação *linear* dos valores ao longo do tempo.
- Para valores de  $\beta < 1$  o comportamento do agente pode ser definido como *ambicioso*, isto é, as concessões são feitas perto do final do tempo disponível para negociação, mudando os valores apenas ligeiramente no resto da negociação.
- Para  $\beta > 1$  o comportamento pode ser descrito como *concedente*. Um agente com este comportamento apressa-se no estabelecimento de um acordo e alcança o seu valor de reserva rapidamente.

Nas restantes táticas, após a selecção de uma acção, os novos valores de um atributo  $i$  são calculados de acordo com o seguinte procedimento [57]:

- Cálculo do domínio de valores possíveis de selecção  $dom_{si}$ .
- Cálculo do novo valor em  $dom_{si}$ .

O domínio de valores possíveis de selecção para o atributo  $i$  é calculado por:

$$dom_{si} = \Delta_{ni} * dom_i$$

$$\Delta_{ni} = \frac{\Delta_{ni-1} * (ni - 1) + \Delta_{ni-1} * fr}{ni}$$

$dom_i$  representa o domínio de valores admissíveis para o atributo  $i$ ,  $ni$  o número de relaxações já efectuadas para o atributo  $i$  e  $fr$  um factor rectificativo. Os valores escolhidos para  $fr$  foram:

- 1.2 se a classificação do atributo  $i$  tiver sido *muito mau*.
- 1.1 se a classificação do atributo  $i$  tiver sido *mau*.
- 0.9 se a classificação do atributo  $i$  tiver sido *suficiente*.

Considerando os valores do domínio do atributo ordenados por preferência,  $dom_{si}$  representa o desvio máximo relativamente ao valor de maior preferência que o agente está disposto a ceder. Todos os valores cujo desvio do valor de maior preferência é menor ou igual a  $dom_{si}$ , são possíveis de ser seleccionados.

O novo valor a propor para o atributo  $i$  é o maior valor (se acção é igual a incremento) ou menor valor (se acção é igual a decremento), que se encontra no domínio  $dom_{si}$ .

$$Val_i = \begin{cases} \max(V_i), \forall V_i \in dom_{si} & \text{se acção = incremento} \\ \min(V_i), \forall V_i \in dom_{si} & \text{se acção = decremento} \end{cases}$$

Deve ser referido que a contra-proposta é elaborada a partir da proposta com a melhor recompensa até ao momento e não necessariamente a partir da proposta da ronda anterior. A recompensa de uma proposta é obtida por:

$$r = \begin{cases} \frac{k}{2} - \sum_{i=0}^n penalidade_i & \text{se não cededor} \\ \frac{k}{2} & \text{se cededor} \end{cases}$$

O parâmetro  $penalidade_i$  é um valor pré-definido pelo *Agente Seguradora* e é dependente da classificação obtida no comentário. Este parâmetro diminui o valor da recompensa para propostas que obtiveram uma classificação fraca e é tanto maior quanto menos favorável for a classificação obtida.  $k$  é o número de atributos da proposta enviada.

### 7.3 Conclusão

Neste capítulo foi apresentado o sistema *Bias*, desenvolvido com o intuito de mediar as interacções entre seguradoras e clientes. O objectivo é seleccionar de entre o conjunto de propostas elaboradas pelas seguradoras existentes no mercado, a que melhor satisfaça as necessidades específicas de um cliente.

As seguradoras, intermediário e clientes são representadas no sistema por agentes - *Agente Seguradora* (AS), *Agente Intermediário* (AI) e *Agente Cliente* (AC) - que modelam as respectivas entidades físicas.

O *Agente Intermediário* é o responsável pela interacção entre os *Agentes Cliente* e *Agentes Seguradora*. Tem como principais funções a construção e disponibilização de uma ontologia aos restantes agentes do sistema, o aconselhamento do cliente, a construção de comunidades de utilizadores e extracção dos respectivos estereótipos, bem como a negociação da configuração do produto de seguros com os *Agentes Seguradora* em representação do cliente.

O *Agente Seguradora* define os produtos e serviços da companhia seguradora que representa, de acordo com a ontologia estabelecida, às quais associa preferências e restrições próprias. Nesta definição dos produtos é de realçar a especificação de dependências dinâmicas, evitando a enumeração exaustiva dos valores de dependência entre os atributos. Uma dependência dinâmica obtém o seu valor apenas no momento em que é requisitada, durante o processo de negociação. O *Agente Seguradora* participa na negociação tentando satisfazer o pedido do cliente, minimizando o seu risco e reagindo ao comentário qualitativo que recebe em cada ronda da negociação. Os *Agentes Seguradora* foram dotados de um conjunto de táticas de negociação para a formulação das propostas iniciais, na primeira ronda da negociação e das contra-propostas, nas restantes rondas.

O *Agente Cliente* tem como principais funções dialogar com o *Agente Intermediário* em representação do cliente, a construção de um perfil do utilizador e a disponibilização de ferramentas que auxiliem o cliente a efectuar uma escolha informada de um produto de seguros.

A plataforma Bee-gent foi usada no sistema implementado como suporte de comunicação entre os diversos agentes. A selecção desta plataforma prende-se com o facto de esta ter sido desenvolvida com o objectivo de suportar a comunicação entre agentes em ambientes distribuídos, incluindo serviços específicos para tratamento (envio/recepção) de mensagens XML, bem como pela capacidade de integração no sistema de aplicações existentes.



# Capítulo 8

## Avaliação do Sistema *BIAS*

O sistema *BIAS* foi avaliado no seu desempenho na selecção de seguros de vida. São seguros que garantem as prestações convencionadas, por morte da pessoa cuja vida se vai segurar. Podem ainda ser complementados com coberturas adicionais, por forma a conferir um leque de garantias mais alargado, como seja a invalidez (total, parcial ou profissional), hospitalização ou morte por acidente, entre outras. Tal como foi referido no capítulo 2 o ramo vida representa uma aposta clara do sector segurador e do sector financeiro em geral. É, por isso, o domínio apropriado para demonstrar o valor acrescentado que o sistema *BIAS* pode trazer a clientes e seguradoras.

### 8.1 Apoio na Decisão

Esta secção pretende demonstrar como o sistema *BIAS* auxilia um cliente na definição das suas necessidades, na interacção com as seguradoras e na selecção de um produto de seguros. Estes papéis serão desempenhados pelo *Agente Intermediário* e pelo *Agente Cliente*.

O *Agente Intermediário* aplica o COBWEB, um algoritmo de aprendizagem não supervisionada, ao conjunto dos utilizadores do sistema, criando, incrementalmente, comunidades entre a população de utilizadores. Usando uma métrica específica, é construído um modelo de cada comunidade, representativo das preferências dos seus utilizadores e significativamente diferente da caracterização das restantes comunidades de utilizadores.

O *Agente Cliente* enriquece a avaliação das propostas, efectuada pelo *Agente Intermediário*, através da construção de um perfil do utilizador que representa. Este perfil reflecte as preferências do cliente em todos os atributos usados na definição de um produto de seguros e não apenas nos atributos que o cliente é capaz de especificar. Para além disso, o *Agente Cliente* auxilia o utilizador na selecção de uma proposta, disponibilizando um catálogo que lhe permite avaliar o peso de cada um dos atributos

na apreciação das propostas recebidas.

Por uma questão de clareza da avaliação efectuada nesta secção, serão usados apenas três *Agentes Seguradora*. O *Agente Seguradora AS<sub>1</sub>* relaxa, em cada nova ronda da negociação os valores dos atributos mal classificados usando um factor fixo. O *Agente Seguradora AS<sub>2</sub>* varia as suas propostas de acordo com o tempo que dispõe para negociar, usando o valor 1.0 para  $\beta$ . O *Agente Seguradora AS<sub>3</sub>* relaxa, em primeiro lugar, os atributos mal classificados com menor preferência, usando um factor fixo. Todos estes agentes formulam uma proposta inicial que maximize a sua utilidade, de acordo com as características do cliente.

Tal como referido no capítulo 5 o utilizador especifica, nos seus pedidos, a importância que cada atributo tem para si. Esta importância é seleccionada de entre os valores possíveis numa escala de *baixa* a *alta*:

$$\text{Importância } Atributo_x = \{\text{baixa, média baixa, média, média alta, alta}\}$$

Para além da importância de cada atributo, o utilizador indica qual a preferência relativa dos valores escolhidos para esse atributo. A ordem especificada para os valores indicam a sua importância relativa:

$$Atributo_x = Valor_1, Valor_2, \dots, Valor_n$$

$$\text{Importância}(Valor_1) > \text{Importância}(Valor_2) > \dots > \text{Importância}(Valor_n)$$

Este pedido, tal como as ofertas das seguradoras, respeitam a ontologia do domínio disponibilizada pelo *Agente Intermediário*. A ontologia usada nesta secção considera um produto de seguros descrito pelos seguintes componentes (a ontologia completa é apresentada no anexo A):

$$\text{seguro} = \{\text{apólice, cobertura1, cobertura2, cobertura3}\}$$

O componente *apólice* é descrito pelos atributos:

$$\text{apólice} = \{\text{tipo, capital, período, pagamento, prémio}\}$$

Cada um das coberturas opcionais é descrita pelos atributos:

$$\text{cobertura} = \{\text{capital, prémio}\}$$

Para além da ontologia, são descritas em anexo as mensagens trocadas pelos agentes, bem como um relatório, criado pelo *Agente Intermediário*, da interacção com o cliente e da negociação com as seguradoras.

O cenário usado descreve um cliente, cujas características pessoais impõem determinadas restrições (por exemplo, no capital coberto e período da apólice) no seguro de vida que as companhias seguradoras estão dispostas a oferecer. O *Agente Intermediário*, em interações prévias com utilizadores com características semelhantes, construiu um estereótipo do seguro de vida escolhido por tais utilizadores, que reflecte as restrições impostas pelas seguradoras.

**Cenário:** Marta tem 53 anos. Ganha cerca de 15000 euros por ano e o seu marido está desempregado. Tem dois filhos, com 15 e 20 anos, ambos a estudar. O seu crédito à habitação estará pago daqui por 12 anos. Marta não sabe qual a configuração do seguro de vida que deve escolher e espera que o intermediário a auxilie.

### 8.1.1 Cenário 1

Neste cenário, o sistema *BIAS* é usado com todas as suas potencialidades, isto é, o sistema auxilia o cliente na definição das suas necessidades, na interação com as seguradoras e na selecção de um produto de seguros.

#### 8.1.1.1 Estereótipos e Pedido Inicial

Marta contacta, através do seu *Agente Cliente*, o *Agente Intermediário* (mensagem 1, figura 8.1, página 148). Pretende que este a ajude a definir o seu pedido e interaja com as seguradoras, tendo sempre as suas preferências em consideração. De realçar que a Marta, neste contacto inicial, descreve as suas características e necessidades e não a configuração de um produto de seguros.

Diversas comunidades de utilizadores foram sendo automaticamente construídas pelo *Agente Intermediário*, aplicando o algoritmo COBWEB em cada interação do sistema com um novo utilizador. A cada uma destas comunidades foi associada uma determinada configuração de um produto de seguros que reflecte as preferências dos seus utilizadores, no universo das propostas efectuadas pelas seguradoras a clientes com as suas características.

A ajuda prestada pelo *Agente Intermediário* inicia-se com o envio, ao *Agente Cliente* (mensagem 2, figura 8.1, página 148), do estereótipo da comunidade em que Marta foi inserida. Assim, Marta tem a possibilidade de conhecer a configuração “típica” de um produto de seguros, para clientes com características semelhantes, antes de elaborar o seu pedido inicial. Essa configuração é resumida na tabela seguinte <sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup>Neste capítulo as tabelas, devido ao seu elevado número, não são numeradas para facilitar a leitura do texto

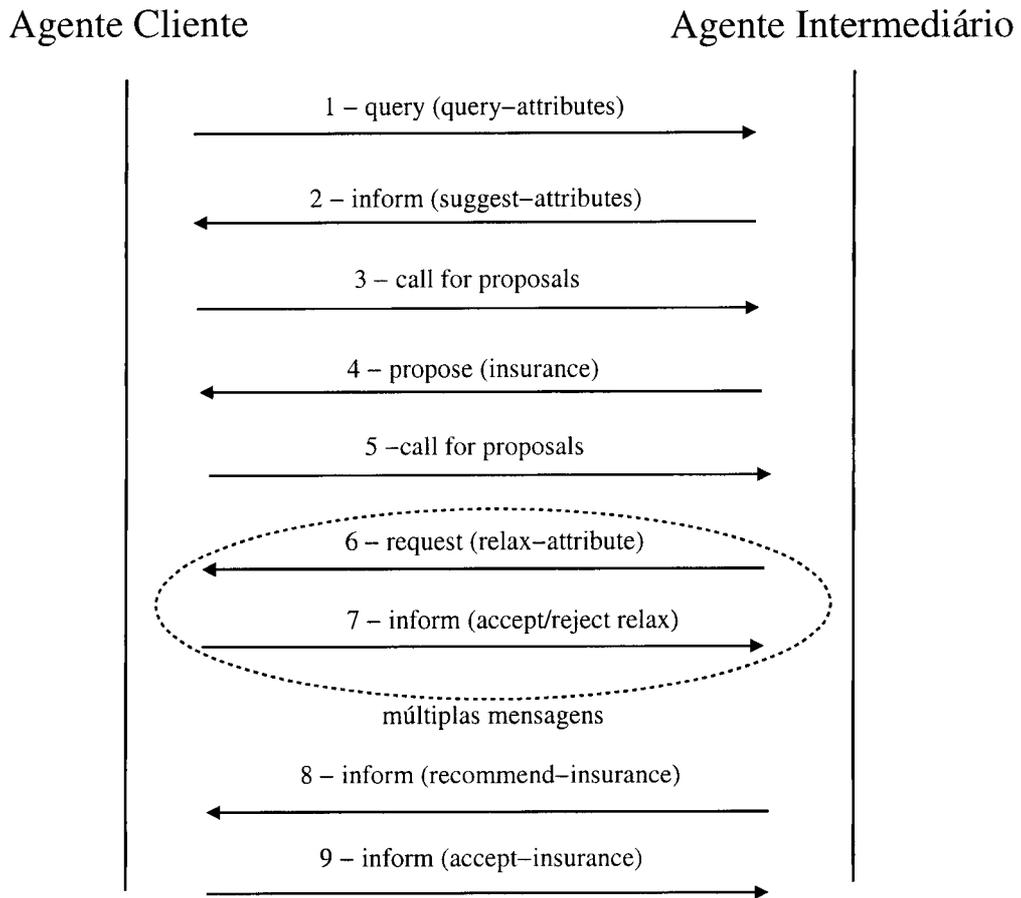


Figura 8.1: Mensagens trocadas entre o *Agente Cliente* e o *Agente Intermediário*

Componente	Atributo	Valores
apólice	tipo	temporário
	período	15 anos
	capital	300000
cobertura1	capital	250000

Como os rendimentos desta família são baixos, um seguro de vida temporário será o indicado, uma vez que os seguros de vida temporários são, normalmente, mais baratos que os seguros de vida permanentes. Este seguro destinar-se-á a cobrir o empréstimo e a educação dos filhos. O valor do capital coberto pela apólice e o seu período, propostos pelo *Agente Intermediário*, reflectem as restrições impostas pelas seguradoras a clientes com características semelhantes.

Aos 53 anos, restarão cerca de 15 anos para a sua aposentação, coincidindo com o fim do pagamento do empréstimo. Um seguro de vida para um período de 15 anos será, provavelmente, o aconselhável. Assim, Marta decide aceitar estas sugestões enviadas pelo *Agente Intermediário* e na definição do seu pedido inicial, especifica que pretende um seguro de vida temporário, por um período de 15 ou 10 anos e com um capital coberto de 300000. Como ainda está indecisa em relação às coberturas adicionais aguarda pelas sugestões das seguradoras (ver tabela seguinte).

Componente	Atributo	Importância	Valores
apólice	tipo	média	temporário
	período	média alta	15 anos, 10 anos
	capital	média	300000

O *Agente Cliente*, de acordo com ordem dos valores especificados para os atributos e o grau de importância de cada atributo para o cliente, constrói o pedido inicial a enviar ao *Agente Intermediário* (mensagem 3, figura 8.1, página 148), conforma a tabela seguinte:

Componente	Atributo	Importância	Valor
apólice	tipo	média	temporário
	período	média alta	15 anos
	capital	média	300000

O *Agente Cliente* apenas dá a conhecer ao *Agente Intermediário* os valores considerados óptimos pelo utilizador. Assim, eventuais relaxações de determinados atributos só serão do conhecimento do *Agente Intermediário* durante um diálogo estabelecido entre os dois agentes, no final da negociação com as seguradoras.

### 8.1.1.2 Propostas Iniciais das Seguradoras

O *Agente Intermediário*, após a recepção da mensagem 3, descrita na figura 8.1, página 148, inicia a negociação com os *Agentes Seguradora* existentes no mercado. Se o cliente tiver especificado que alguns dos valores definidos no seu pedido podem ser conhecidos pelas seguradoras, o *Agente Intermediário* inclui esses mesmos valores no pedido de propostas às seguradoras. Este pedido inclui, naturalmente, as características do cliente.

Cada *Agente Seguradora* elabora a sua proposta inicial e envia-a ao *Agente Intermediário*. Após a recepção de todas as mensagens, ou o tempo máximo para a recepção se esgotar, o *Agente Intermediário* avalia as propostas recebidas. Esta avaliação é realizada através de uma função multi-atributo que codifica as preferências dos atributos especificadas pelo cliente. O resultado desta fórmula quantifica o quanto a proposta se desvia dos valores considerados óptimos pelo cliente.

As propostas recebidas na primeira ronda da negociação são descritas na tabela seguinte:

Componente	Atributo	$AS_1$	$AS_2$	$AS_3$
apólice	tipo	temporário	temporário	temporário
	período	15 anos	20 anos	10 anos
	capital	250000	300000	350000
	pagamento	anual	mensal	mensal
	prémio	340.87	384.26	326.80
cobertura1	capital	450000	300000	400000
	prémio	46.56	55.88	35.23
cobertura2	capital		350000	
	prémio		60.96	
cobertura3	capital	450000		250000
	prémio	67.74		49.32

### 8.1.1.3 Análise das Propostas Recebidas

Estas propostas, depois de ordenadas pelo resultado da avaliação efectuada pelo *Agente Intermediário*, de acordo com as preferências da Marta, são enviadas ao *Agente Cliente* (mensagem 4, figura 8.1, página 148). Este, através de um catálogo flexível, dá-as a conhecer ao utilizador.

Este catálogo é uma ferramenta de navegação que permite ao utilizador explorar o espaço das propostas recebidas. Uma tal ferramenta é particularmente útil quando

o cliente pretende expressar preferências sobre determinados atributos e ver a correspondente proximidade de cada um dos produtos oferecidos. O resultado é uma lista ordenada de produtos, que pode ser ajustada pelo utilizador, variando as suas preferências e analisando o conseqüente efeito na lista ordenada. Na interacção com o catálogo, Marta apercebe-se da possibilidade de pagar o prémio mensalmente.

Após analisar as ofertas das seguradoras, Marta decide seguir a sugestão inicial do *Agente Intermediário*, especificando que está interessada na cobertura “cobertura1” com um capital de 250000. As restantes coberturas, propostas pelas seguradoras, são rejeitadas (ver tabela seguinte).

Componente	Atributo	Importância	Valor
apólice	tipo	média	temporário
	período	média alta	15 anos
	capital	média	300000
cobertura1	capital	média	250000

#### 8.1.1.4 Perfil do Utilizador

Marta informa o *Agente Cliente* que pretende que as três propostas sejam seleccionadas para as próximas rondas da negociação. A sua contra-proposta, tal como o pedido inicial, é elaborada pelo *Agente Cliente*, de acordo com a ordem dos valores especificados para cada atributo. No entanto, a contra-proposta inclui os valores extraídos do perfil do utilizador, nos atributos que não foram expressamente indicados pela Marta. O perfil da Marta foi automaticamente construído a partir do conjunto de propostas seleccionadas para as próximas rondas da negociação.

O perfil da Marta, extraído do conjunto de propostas seleccionadas, é constituído pelos seguintes valores:

Componente	Atributo	Valor : Peso
apólice	tipo	[temporário : 1.0]
	período	[10 anos : 0.33, 15 anos : 0.33, 20 anos : 0.33]
	capital	[250000 : 0.33, 300000 : 0.33, 350000 : 0.33]
	pagamento	[mensal : 0.67, anual : 0.33]
cobertura1	prémio	[200 → 400 : 1.0]
	capital	[300000 : 0.33, 400000 : 0.33, 450000 : 0.33]
cobertura2	prémio	[40 → 60 : 0.67, 20 → 40 : 0.33]
	capital	[350000 : 1.0]
cobertura3	prémio	[60 → 80 : 1.0]
	capital	[250000 : 0.5, 450000 : 0.5]
	prémio	[40 → 60 : 0.5, 60 → 80 : 0.5]

Deste modo, é possível que o *Agente Intermediário* avalie as propostas das seguradoras em todos os seus atributos e não apenas naqueles que o cliente é capaz de especificar

nos seus pedidos. A construção deste perfil baseia-se na frequência com que um par atributo-valor ocorre no conjunto das propostas seleccionadas. Esta abordagem permite que as preferências dos utilizadores sejam inferidas através da observação das suas acções e não pela classificação explícita de todos os atributos presentes nas propostas. É, sem dúvida, um processo mais conveniente para o utilizador.

A contra-proposta, construída pelo *Agente Cliente*, é descrita na tabela seguinte:

Componente	Atributo	Importância	Valor
apólice	tipo	média	temporário
	período	média alta	15 anos
	capital	média	300000
	pagamento	média alta	mensal
	prémio	média	200
cobertura	capital	média	250000
	prémio	média alta	0

A importância dos atributos, não especificados pelo cliente e extraídos automaticamente pelo *Agente Cliente*, foi considerada como *média* neste cenário. Tal como no pedido inicial, o *Agente Cliente* apenas dá a conhecer ao *Agente Intermediário* os valores mais relevantes para o cliente.

#### 8.1.1.5 Negociação

O *Agente Intermediário*, após a recepção da mensagem 5, descrita na figura 8.1, página 148, prossegue a negociação, agora com uma maior informação sobre as preferências do cliente. Tal como foi referido anteriormente, a extracção do perfil do cliente permite que a negociação possa ser efectuada sobre todos os atributos de um seguro e não apenas sobre aqueles que o cliente é capaz de especificar.

O algoritmo usado na negociação tem a capacidade de manter a informação privada a cada agente individual e, ao mesmo tempo, inclui a capacidade de avaliar propostas com múltiplos atributos, de aprender como efectuar melhores propostas durante o processo negocial e como resolver as dependências entre atributos.

No final da negociação o *Agente Intermediário* questiona o *Agente Cliente* sobre os atributos que não satisfazem as restrições impostas por este. Quando o processo de negociação termina é possível que nenhuma das propostas recebidas satisfaça todas as restrições impostas pelo cliente. Nesse caso é estabelecido um diálogo com o *Agente Cliente*. Esta interacção toma a forma de uma sequência de questões, cujo objectivo é reduzir o número de alternativas, em vez de simplesmente ordenar as propostas recebidas. No fim deste diálogo (mensagens 6 e 7, figura 8.1, página 148) as propostas são enviadas ao *Agente Cliente* (mensagem 8, figura 8.1, página 148).

As propostas finais estão descritas na tabela seguinte:

Componente	Atributo	$AS_1$	$AS_2$	$AS_3$
apólice	tipo	temporário	temporário	temporário
	período	15 anos	15 anos	10 anos
	capital	300000	300000	300000
	pagamento	mensal	mensal	mensal
	prémio	325.87	374.25	326.80
cobertura1	capital	300000	250000	400000
	prémio	31.57	45.88	35.23

Estas propostas não são necessariamente as propostas recebidas na ronda final da negociação, mas sim as propostas que obtiveram uma melhor avaliação ao longo da negociação. Um *Agente Seguradora* não conhece a importância de um atributo para o cliente. Ao longo da negociação, ao tentar melhorar um atributo mal classificado, pode piorar a avaliação global da proposta. Por exemplo, se existir uma dependência entre capital coberto e prémio a pagar pelo cliente e a avaliação enviada pelo *Agente Intermediário* indicar que o prémio proposto é elevado, o *Agente Seguradora* para diminuir o prémio poderá ter necessidade de diminuir o capital coberto pelo seguro. Ora, se o atributo *capital* for mais importante para o cliente que o atributo *prémio* a avaliação global da proposta será menor.

Marta escolhe a proposta do *Agente Seguradora*  $AS_1$  (mensagem 9, figura 8.1, página 148), apesar de  $AS_3$  lhe propor, por um prémio semelhante um capital superior na “cobertura1”. No entanto, o período de 15 anos da proposta de  $AS_1$  foi decisivo para a escolha.

#### 8.1.1.6 Actualização dos Estereótipos

O *Agente Intermediário*, de acordo com a configuração escolhida pela Marta, actualiza os estereótipos das comunidades criadas, uma vez que passa a conhecer mais um resultado de uma negociação. Neste cenário, o estereótipo da comunidade em que Marta foi inserida foi actualizado (ver tabela seguinte):

Componente	Atributo	Valores
apólice	tipo	temporário
	período	15 anos
	capital	300000
cobertura1	capital	250000, 300000

Pode observar-se que o atributo *capital* do componente *cobertura1* passa a incluir o valor 300000, indicando o aumento da frequência deste par atributo-valor dentro dessa comunidade quando comparada com a frequência desse mesmo par no número total de utilizadores.

### 8.1.2 Cenário 2

Neste cenário, o sistema *BIAS* usa “apenas” a capacidade de negociar com diversas seguradoras, em representação do cliente. Apesar desta característica trazer, por si só, uma enorme mais valia para o cliente, quando comparada com as capacidades oferecidas pelos actuais sistemas de comércio electrónico de seguros, o cliente terá de saber como definir o seu pedido e comparar as propostas recebidas.

Para avaliar o sistema neste cenário, foram retiradas, ao *Agente Cliente*, a capacidade de aprendizagem do perfil do utilizador e a disponibilização do catálogo de propostas. O *Agente Intermediário* não constrói comunidades de utilizadores e respectivos estereótipos.

Pretendemos avaliar qual a interacção necessária, por parte do cliente, para obter propostas semelhantes às do cenário anterior, sem o apoio fornecido pelo sistema *BIAS* na definição do seu pedido e na selecção das propostas.

#### 8.1.2.1 Pedido Inicial

Neste cenário, o *Agente Intermediário* não é capaz de auxiliar o cliente na definição de um pedido inicial. Assim, Marta tem de ser capaz de formular um pedido, indicando as suas preferências.

Marta, através do seu *Agente Cliente* contacta o *Agente Intermediário*, indicando as suas preferências nos atributos que é capaz de especificar. Pretende um seguro de vida para um período de 15 a 20 anos, de forma a cobrir o prazo de pagamento do seu empréstimo, com um prémio no intervalo  $0 \rightarrow 300$ . O seu pedido está representado na tabela seguinte:

Componente	Atributo	Importância	Valores
apólice	período	média alta	15 anos, 20 anos
	prémio	média	$0 \rightarrow 300$

#### 8.1.2.2 Análise das Propostas Recebidas

O *Agente Intermediário* inicia a negociação com os *Agentes Seguradora* existentes no mercado. As propostas recebidas na primeira ronda da negociação são descritas na tabela seguinte:

Componente	Atributo	$AS_1$	$AS_2$	$AS_3$
apólice	tipo	temporário	temporário	temporário
	período	10 anos	15 anos	10 anos
	capital	250000	300000	250000
	pagamento	anual	mensal	anual
	prémio	330.87	374.26	361.90
cobertura1	capital	350000	300000	400000
	prémio	36.56	55.88	35.23
cobertura2	capital		350000	350000
	prémio		50.96	79.85
cobertura3	capital	450000		
	prémio	67.74		

Marta não possui qualquer tipo de ajuda para analisar as propostas recebidas. Pela simples observação dessas propostas, não consegue avaliar o peso de cada um dos atributos na apreciação de cada uma das propostas. Na sua contra-proposta (ver tabela seguinte), mantém os valores do pedido inicial e opta pela cobertura “cobertura2”, especificando que o seu prémio deve estar no intervalo  $0 \rightarrow 40$ .

Componente	Atributo	Importância	Valores
apólice	período	média alta	15 anos, 20 anos
	prémio	média	$0 \rightarrow 300$
cobertura2	prémio	média	$0 \rightarrow 40$

### 8.1.2.3 Negociação

O *Agente Intermediário*, prossegue a negociação com as seguradoras, apenas com os valores conhecidos para estes atributos. O *Agente Cliente* não extraiu o perfil do utilizador e portanto a avaliação das propostas recebidas será realizada apenas sobre os atributos explicitamente especificados pelo utilizador.

Terminada a negociação, foram enviadas ao *Agente Cliente* as seguintes propostas:

Componente	Atributo	$AS_1$	$AS_2$	$AS_3$
apólice	tipo	temporário	temporário	temporário
	período	15 anos	15 anos	10 anos
	capital	250000	300000	250000
	pagamento	anual	mensal	anual
	prémio	356.63	350.21	341.74
cobertura1	capital	350000	300000	400000
	prémio	36.56	55.88	35.23
cobertura2	capital	250000	200000	250000
	prémio	41.73	38.96	35.85

O facto de todas as seguradoras terem proposto a cobertura “cobertura1”, apesar do cliente só ter solicitado a cobertura “cobertura2”, pode ser explicado pela provável dependência entre estas duas coberturas. No entanto, quando o cliente efectuou o seu pedido não tinha conhecimento desse facto. De realçar que os valores dos atributos que não foram explicitamente indicados pelo cliente, não foram alterados nas propostas efectuadas ao longo da negociação. O *Agente Intermediário* constrói o seu comentário qualitativo, tentando direccionar a seguradora na formulação de novas propostas que melhor satisfaçam as necessidades *conhecidas* do cliente. A não ser que exista alguma dependência com algum atributo cujo preferência é conhecida, o valor desse atributo poderá não ser alterado durante a negociação.

Quando comparadas com as propostas finais do cenário anterior, verifica-se que todas as seguradoras propõe um capital inferior coberto pela apólice, apesar do prémio superior pretendido, provavelmente pela inclusão da cobertura “cobertura2”.

Para tentar obter propostas com um grau de satisfação semelhante às do cenário anterior, Marta terá de efectuar uma nova contra-proposta, solicitando um valor superior no capital coberto pela apólice e rejeitar as coberturas propostas, tentando obter um prémio inferior. Especifica na sua contra-proposta que pretende um capital coberto pela apólice de 450000 (ver tabela seguinte).

Componente	Atributo	Importância	Valores
apólice	período	média alta	15 anos, 20 anos
	capital	média	450000
	prémio	média alta	0 → 300

Após um novo conjunto de rondas na negociação entre o *Agente Intermediário* e os *Agentes Seguradoras*, as propostas enviadas ao *Agente Cliente*, foram as seguintes:

Componente	Atributo	$AS_1$	$AS_2$	$AS_3$
apólice	tipo	temporário	temporário	temporário
	período	15 anos	15 anos	10 anos
	capital	300000	350000	300000
	pagamento	anual	mensal	anual
	prémio	335.82	382.21	345.65
cobertura1	capital	350000	300000	
	prémio	36.56	55.88	

Nenhuma das seguradoras propôs o capital da apólice especificado pela Marta na sua contra-proposta. Esta diferença resulta dos limites impostos pelas seguradoras a clientes com características semelhantes às da Marta. Ambos os *Agente Seguradora*  $AS_1$  e  $AS_2$ , propõe a cobertura “cobertura1” como parte integrante do produto proposto, apesar de não ter sido solicitada pelo cliente na sua contra-proposta.

O objectivo da Marta para este novo conjunto de rondas não foi conseguido, uma vez que, apesar das seguradoras terem proposto menos coberturas adicionais, o prémio exigido pelas seguradoras é superior ao da negociação anterior.

A proposta do *Agente Seguradora*  $AS_1$ , neste cenário, é a que mais se aproxima das propostas finais do cenário 1. As propostas dos restantes *Agentes Seguradora*,  $AS_2$  e  $AS_3$ , afastam-se mais do pedido especificado pela Marta do que as propostas finais do cenário anterior.

Novamente, para tentar obter propostas semelhantes às do cenário anterior, Marta teria de especificar outra contra-proposta, indicando a forma de pagamento mensal, um capital inferior para apólice e para cobertura “cobertura1”, de modo a obter um prémio semelhante, tal como representado na tabela seguinte:

Componente	Atributo	Importância	Valores
apólice	período	média alta	15 anos, 20 anos
	capital	média	300000
	pagamento	média	mensal
	prémio	média alta	0 → 300
cobertura1	capital	média	250000

### 8.1.3 Conclusões

Analisando os resultados obtidos nos dois cenários usados, pode concluir-se que o auxílio prestado pelo sistema *BIAS* na definição das necessidades do cliente, na interacção com as seguradoras e na selecção de um produto de seguros permite reduzir significativamente a interacção exigida ao utilizador.

O *Agente Intermediário*, através da construção de comunidades de utilizadores e extracção dos valores caracterizadores de cada comunidade, conseguiu prestar o aconselhamento desejado na definição das necessidades do cliente. Sem este aconselhamento tem de ser o utilizador a definir os valores de cada atributo. No domínio dos seguros esta pode ser uma tarefa acessível apenas a um grupo restrito de utilizadores, uma vez que a grande maioria desconhece as opções disponíveis.

O *Agente Cliente* constrói um perfil do utilizador, a partir do conjunto de propostas seleccionadas para as próximas rondas da negociação, reflectindo as preferências do cliente em todos os atributos que constituem um produto de seguros, enriquecendo substancialmente a avaliação das propostas recebidas e direcciona a seguradora na formulação de novas propostas que melhor satisfaçam as necessidades do cliente, indicando o porquê da sua não aceitação.

O catálogo disponibilizado pelo *Agente Cliente* permite que o utilizador expresse determinadas preferências sobre os atributos e veja a correspondente proximidade de cada um dos produtos oferecidos. Para além de encorajar o cliente a considerar atributos que não o prémio do seguro, ajuda-o a explorar o compromisso entre características do produto e preço. O cliente pode assim efectuar uma escolha informada.

## 8.2 Formação dos Estereótipos

Os grupos gerados pelo COBWEB representam comunidades de utilizadores bem definidas. A definição de estereótipos com significado associados a cada comunidade é conseguida através da identificação de padrões representativos das preferências dos seus utilizadores. Para tal, é usada uma métrica (equação 8.1) que avalia o aumento da frequência de um dado par atributo-valor dentro da comunidade quando comparada com a frequência desse mesmo par no número total de utilizadores.

$$AF_c = Freq_{ci}^2 - Freq_c^2 \quad (8.1)$$

Um componente representativo de uma comunidade é encontrado através de  $AF_c > \alpha$ , onde  $\alpha$  é o limiar pré-estabelecido a partir do qual o aumento da frequência é considerado suficientemente relevante na caracterização da comunidade.

Para analisar o impacto deste parâmetro de corte  $\alpha$  na caracterização das comunidades, variámos o seu valor e medimos a proporção de componentes cobertos pelas descrições das comunidades. Certamente, alguns dos componentes não serão cobertos, uma vez que a sua frequência não é significativa para caracterizar uma dada comunidade, de acordo com o valor escolhido para  $\alpha$ .

Aplicando o COBWEB a um conjunto de 48 utilizadores foi gerada uma hierarquia com 65 nós, cujos três primeiros níveis estão representados na figura 8.2. Os valores entre parêntesis correspondem ao número de utilizadores em cada comunidade. Uma

propriedade importante desta hierarquia é a distribuição balanceada dos utilizadores nas diferentes comunidades. Assim, os conceitos subjacentes a cada comunidade possuem um peso semelhante.

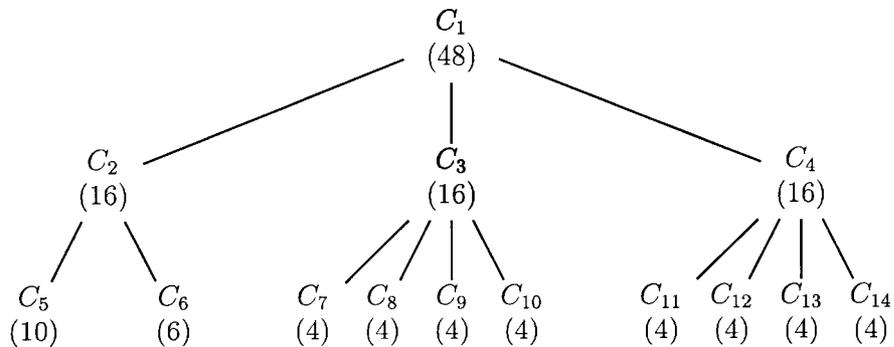


Figura 8.2: Hierarquia gerada pelo COBWEB (três primeiros níveis)

Examinamos duas partições de clientes, correspondentes aos segundo e terceiro níveis da hierarquia. As figuras 8.3 e 8.4 revelam o resultado desta experiência.

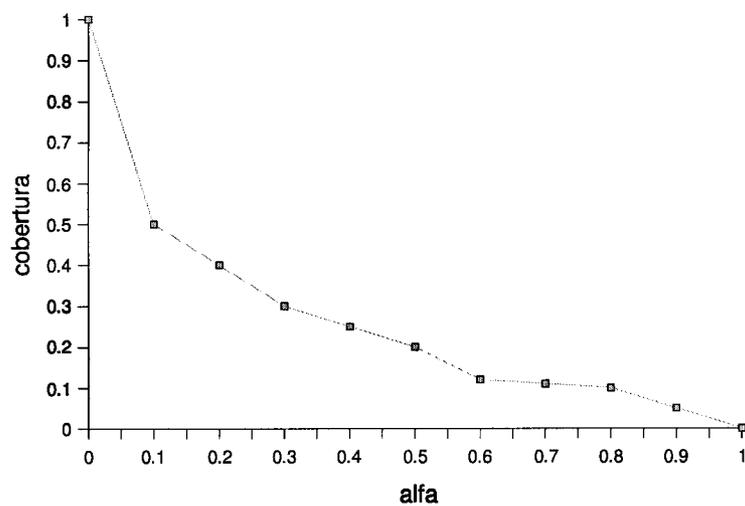


Figura 8.3: Cobertura dos estereótipos gerados, no segundo nível da hierarquia

Tal como esperado, a taxa de cobertura decresce à medida que o critério de selecção de um componente como representativo da comunidade se torna mais exigente. Dos

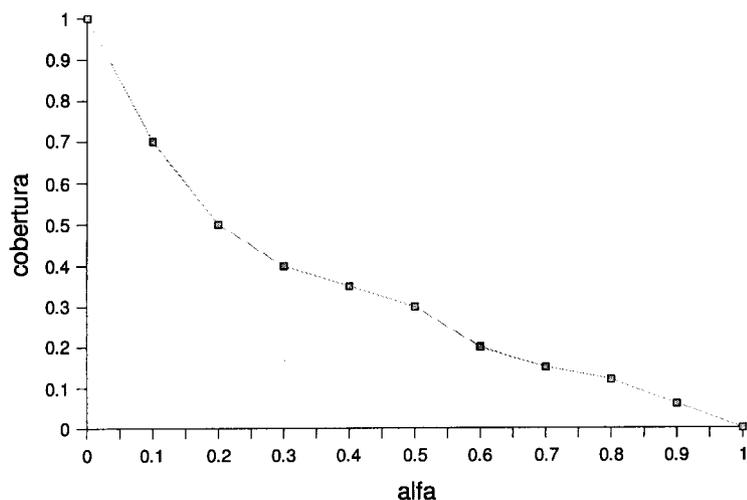


Figura 8.4: Cobertura dos estereótipos gerados, no terceiro nível da hierarquia

resultado obtidos é possível concluir que a taxa de cobertura no segundo nível da hierarquia é coerentemente menor do que a taxa de cobertura verificada no terceiro nível. Este facto deriva da maior especialização das comunidades no terceiro nível.

A qualidade das descrições geradas dependerá do valor usado no parâmetro de corte  $\alpha$ . Analisando as figuras 8.3 e 8.4 é possível concluir que o valor de  $\alpha$  deve ser relativamente pequeno, de modo a proporcionar um elevado nível de cobertura. No entanto, um valor excessivamente reduzido fará com que um ligeiro aumento na ocorrência de uma preferência numa dada comunidade, se traduza na inserção dessa preferência no estereótipo da comunidade, sobrepondo a caracterização das diversas comunidades. No sistema *BIAIS* o valor escolhido para  $\alpha$  é de 0.05, fornecendo uma elevada cobertura e uma sobreposição relativamente reduzida.

Nestes testes, foi também possível verificar que tanto os componentes escolhidos pela maioria dos utilizadores, como os componentes escolhidos por apenas alguns utilizadores, não fazem parte da descrição das comunidades. No primeiro caso, os componentes correspondem a interesses generalizados e não podem ser considerados como caracterizadores de uma dada comunidade. No segundo caso, a métrica usada ignora-os durante a aprendizagem, por se tratarem de valores muito específicos, com uma ocorrência insignificante na caracterização da comunidade.

## 8.3 Evolução dos Estereótipos

De acordo com os resultados obtidos na secção anterior, escolhemos um valor para  $\alpha$  de 0.05, de modo a examinar a evolução das descrições geradas para cada comunidade. O objectivo é avaliar a capacidade de adaptação dos estereótipos formados a alterações nas propostas das seguradoras. Para tal foi escolhido o seguinte cenário:

**Cenário:** Com os trágicos acontecimentos de 11 de Setembro de 2001, as companhias seguradoras do ramo vida passam a colocar fortes restrições na oferta de seguros a pilotos aviadores, de linhas comerciais ou privadas. Algumas companhias recusam-se mesmo a efectuar o seguro, independentemente das restantes características do cliente.

Foram observados 100 utilizadores, 30% dos quais pilotos aviadores, caracterizados pelos atributos descritos na tabela seguinte:

Atributo	Valores
profissão	piloto aviador, professor, profissional liberal
sexo	masculino, feminino
estado civil	solteiro, solteiro com filhos, casado, casado com filhos

A hierarquia resultante da aplicação do COBWEB a este conjunto de utilizadores agregou os utilizadores, cuja profissão é piloto aviador, numa comunidade. Essa comunidade, bem como a sua divisão interna, está representada na figura 8.5.

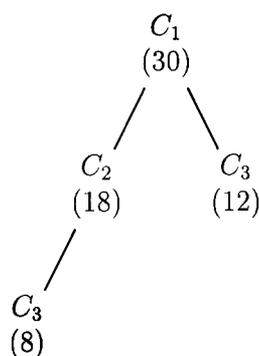


Figura 8.5: Comunidade de pilotos aviadores gerada pelo COBWEB

A comunidade  $C_2$  corresponde aos pilotos casados, enquanto que a comunidade  $C_3$  pertence aos pilotos solteiros. A comunidade  $C_4$  corresponde aos pilotos casados com

filhos. Como a grande maioria dos pilotos são homens, o sexo não subdividiu os utilizadores na comunidade de pilotos aviadores.

O estereótipo da comunidade  $C_1$ , antes da alteração provocada pelo 11 de Setembro, está representado na tabela seguinte:

Componente	Atributo	Valores
apólice	tipo	temporário
	período	20 anos
	capital	400000
	prémio	300 → 400
cobertura2	capital	350000

Era constituído por um seguro de vida temporário, por um período de 20 anos e com um capital coberto de 400000 para a apólice e de 350000 para a cobertura opcional “cobertura2”. O prémio situava-se no intervalo 300 → 400.

Após o 11 de Setembro, as seguradoras começaram a propor os seguintes valores, para os atributos presentes no estereótipo:

Componente	Atributo	Valores
apólice	tipo	temporário
	período	20 anos
	capital	200000
	prémio	600 → 800
cobertura2	capital	200000

Pode verificar-se que as seguradoras mantiverem o tipo e período do seguro, mas reduziram significativamente o capital coberto e aumentaram substancialmente o prémio cobrado aos clientes.

O que se pretende avaliar é a partir de que momento o *Agente Intermediário* reflecte estas alterações no estereótipo da comunidade  $C_1$ . Serão os valores presentes neste estereótipo que o *Agente Intermediário* recomendará aos próximos utilizadores que interajam com o sistema, cujas características os coloquem numa das sub-comunidades de  $C_1$ .

Nos testes efectuados, as alterações aos valores propostos pelas seguradoras começaram a surgir no estereótipo da comunidade  $C_1$  após a adição de 10 novos pilotos aviadores a uma qualquer sub-comunidade de  $C_1$ . Nesse momento, o novo estereótipo da comunidade  $C_1$  era formado pelos valores representados na tabela seguinte:

Componente	Atributo	Valores
apólice	tipo	temporário
	período	20 anos
	capital	400000
	prémio	300 → 400, 600 → 800
cobertura2	capital	350000, 200000

O valor de 200000 para o atributo *capital*, do componente *apólice*, apenas surgiu no estereótipo após a adição de mais 3 utilizadores pilotos aviadores (13 no total). Isto é explicado pelo facto do valor 200000 para esse atributo também ter sido escolhido por alguns utilizadores de outras comunidades. Assim, o aumento na frequência com que esse valor ocorre na comunidade de pilotos em relação à frequência verificada na globalidade dos utilizadores, não era suficiente, apenas com 10 utilizadores, para ser considerada como caracterizadora desta comunidade, de acordo com o valor escolhido para  $\alpha$  (0.05).

Apenas após a adição de 30 novos utilizadores pilotos aviadores os valores “antigos” propostos pelas seguradoras deixaram de estar presentes no estereótipo da comunidade. Isto não quer dizer que o estereótipo da comunidade  $C_1$  não foi alterado durante a interacção do sistema com estes novos utilizadores. O que os testes demonstraram é que valores de determinados atributos, que apesar de já não serem oferecidos pelas seguradoras, ainda continuavam a caracterizar a comunidade, devido ao aumento da sua frequência nessa comunidade.

Dos resultados destes testes é possível concluir que a introdução, no estereótipo de uma comunidade, de novos valores propostos pelas seguradoras é relativamente rápida. No entanto, verificou-se que em situações particulares, como o exemplo refere, o *Agente Intermediário* continua a aconselhar valores que já não são oferecidos pelas seguradoras. Certamente, este não é o comportamento esperado pelos utilizadores do sistema.

Assim, o *Agente Intermediário* foi alterado para passar a verificar se os valores que propõe no início da interacção com o utilizador continuam a ser oferecidos pelas seguradoras. Quando isto não se verificar, tal como aconteceu neste cenário, o *Agente Intermediário* acelera a remoção desses valores do estereótipo da comunidade, isto é, a partir do momento que novos valores surgem no estereótipo, passam a substituir os antigos.

Deve-se realçar que esta é uma situação extraordinária, uma vez que foram os valores propostos pela generalidade das seguradoras que se alteraram repentinamente e não um súbito conjunto de utilizadores que decidiu escolher produtos com valores diferentes do estereótipo da sua comunidade. Neste último caso, a formação dos estereótipos das diversas comunidades está correcta. Só a partir do momento em que a frequência de determinados valores deixar de ser significativa nessa comunidade, é que esses valores são removidos da sua caracterização.

Após a realização destes testes, o *Agente Intermediário* passou a distinguir claramente as duas situações:

- Na primeira, são os valores presentes no estereótipo dessa comunidade que deixam de ser oferecidos pelas seguradoras. O *Agente Intermediário* acelera a remoção dos valores, que já não são propostos pelas seguradoras, do estereótipo.
- Na segunda, são novos utilizadores de uma dada comunidade que decidem escolher produtos diferentes da maioria dos utilizadores dessa comunidade. O processo de caracterização da comunidade mantém-se.

## 8.4 Outras Avaliações

Apesar da natureza subjectiva da avaliação efectuada nesta secção, achamos relevante descrever o valor acrescentado trazido pelo sistema *BIAS*, quer a clientes, quer a companhias seguradoras.

Do ponto de vista dos clientes, existem quatro problemas básicos com os serviços disponibilizados actualmente na Web pelas seguradoras, introduzidos no capítulo 2. O sistema *BIAS* apresenta as seguintes soluções para esses quatro problemas:

**Necessidade de introduzir muita informação:** A abordagem seguida na construção de comunidades de utilizadores e respectivos estereótipos, permite que as seguradoras direccionem determinadas configurações dos seus produtos para segmentos de mercado específicos, evitando que se coloque o mesmo número de questões específicas a determinados produtos, a todos os clientes de uma dada comunidade. No sistema *BIAS* o utilizador começa por descrever as suas características e necessidades, de uma forma simples e acessível, mesmo a quem desconhece a linguagem usada pelas seguradoras.

**Falta de controlo por parte do cliente:** A avaliação de propostas, por parte do *Agente Intermediário*, é realizada através de uma função multi-atributo que codifica quer as preferências do cliente para os atributos, quer as preferências relativas dos valores a atribuir a cada atributo. Após a avaliação de todas as propostas, o *Agente Intermediário* envia às respectivas seguradoras um comentário qualitativo sobre a sua proposta. Este comentário não inclui o resultado da função de avaliação, mas procura direccionar a seguradora na formulação de novas propostas que melhor satisfaçam as necessidades do cliente, indicando o porquê da sua não aceitação.

**Exactidão das propostas e variação dos preços:** Actualmente, uma seguradora é incapaz de reflectir a dinâmica do mercado electrónico nas suas ofertas. Como tal, é extremamente difícil, para a companhia seguradora, analisar e gerir o nível de risco que corre ao efectuar uma proposta a um dado cliente. Em

oposição a esta incapacidade, no sistema *BIAS* cada seguradora é representada por um *Agente Seguradora*. Cada *Agente Seguradora* define as competências (os produtos e serviços) da companhia seguradora que representa, de acordo com a ontologia estabelecida, às quais associa preferências e restrições próprias. O *Agente Seguradora* irá competir no mercado electrónico, com as suas competências, na oferta de um produto ou serviço de seguros a um dado cliente.

**Falta de apoio na decisão:** A formulação do pedido inicial de um cliente é auxiliada através do envio, por parte do *Agente Intermediário*, do estereótipo da comunidade em que o cliente foi inserido. Este estereótipo é um modelo da comunidade, representativo das preferências dos seus utilizadores e significativamente diferente das restantes comunidades de utilizadores. O cliente, antes de formular o seu pedido, tem conhecimento da configuração dos componentes tipicamente escolhidos por clientes com características semelhantes.

Mas, mesmo assim, o cliente pode apenas conhecer alguns dos atributos que lhe são propostos. Por isso, o *Agente Cliente* constrói um perfil do utilizador a partir do conjunto de propostas seleccionadas para as próximas rondas da negociação. Este perfil reflecte as preferências do cliente em todos os atributos que constituem um produto de seguros, enriquecendo substancialmente a avaliação das propostas recebidas. Estas preferências serão usadas na negociação entre o *Agente Intermediário* e os *Agentes Seguradora* e, após esta negociação terminar, no diálogo estabelecido entre o *Agente Intermediário* e o *Agente Cliente*.

Para auxiliar o cliente na selecção de uma proposta, o *Agente Cliente* fornece uma catálogo com as propostas recebidas. Este catálogo permite que o utilizador expresse determinadas preferências sobre os atributos e veja a correspondente proximidade de cada um dos produtos oferecidos. Além de encorajar o cliente a considerar atributos para além do prémio do seguro, ajuda-o a explorar o compromisso entre características do produto e preço. O cliente pode assim efectuar uma escolha informada.

Paras as seguradoras é desejável que exista software que possa variar as suas ofertas de acordo com o consumidor em questão, com o que os seus concorrentes estão a oferecer naquele momento e com o estado actual do seu negócio. O *Agente Seguradora*, com base no comentário enviado pelo *Agente intermediário*, irá realizar novas propostas com a intenção de vencer a negociação, considerando a satisfação das preferências do cliente indirectamente reveladas no comentário enviado pelo *Agente Intermediário*, a sobreposição aos outros *Agentes Seguradora* e a maximização da sua própria utilidade.

É exactamente neste processo de formulação de uma nova proposta, que é usada a capacidade de aprendizagem. Cada seguradora individual entra num processo de negociação para satisfação do pedido do cliente. Estas seguradoras estão inseridas num mercado electrónico que, por definição, é um ambiente aberto, dinâmico e até mesmo desconhecido. É útil que a seguradora seja capaz de aprender a alterar o seu comportamento de acordo com a situação do mercado, de modo a manter-se competitiva.

Cada seguradora possui um controlo total dos seus agentes, assegurando que toda a sua informação estratégica permanece confidencial. O objectivo é suportar a oferta de um conjunto de produtos e serviços de várias seguradoras, sem existir a necessidade de modificar ou simplificar estes produtos e serviços em formatos rígidos, para que possam ser comercializados na Web.

## 8.5 Conclusão

A importância dos estereótipos, formados pelo *Agente Intermediário*, para o cliente foi demonstrada. O *Agente Intermediário*, através da construção de comunidades de utilizadores e extracção dos valores caracterizadores de cada comunidade, conseguiu prestar o aconselhamento desejado na definição das necessidades do cliente. O cliente, antes de formular o seu pedido, tem conhecimento da configuração do seguro normalmente escolhido por clientes com características semelhantes, no universo das ofertas efectuadas pelas seguradoras. Foi possível concluir que quando o cliente segue as sugestões enviadas pelo *Agente Intermediário*, a negociação é efectuada com restrições passíveis de serem cumpridas pelas seguradoras existentes no mercado.

A qualidade das descrições geradas para cada comunidade aumenta à medida que se desce na hierarquia construída pelo COBWEB. As comunidades nos níveis inferiores são mais concisas e o modelo extraído possui um maior significado. Esta capacidade de poder seleccionar comunidades em diferentes níveis da hierarquia é uma vantagem importante do COBWEB. A métrica usada permite filtrar preferências da maioria ou de um grupo restrito de utilizadores na caracterização de uma comunidade, aumentando significativamente a qualidade dos estereótipos formados.

O sistema *BIAS* fornece importantes vantagens a clientes e seguradoras. Aumentando o grau de sofisticação do processo de automação, o comércio torna-se muito mais dinâmico, personalizado e sensível ao contexto. Para o cliente de um mercado electrónico de seguros a possibilidade de delegar responsabilidades na procura do produto que melhor se adequa às suas necessidades, traduz-se numa diminuição significativa do tempo necessário para encontrar um produto e na melhoria das propostas recebidas. As seguradoras têm a possibilidade de variar as suas ofertas de acordo com o consumidor em questão, com o que os seus concorrentes estão a oferecer naquele momento e com o estado actual do seu negócio. As suas ofertas não necessitam de ser modificadas ou simplificadas em formatos rígidos para que possam ser comercializadas num mercado electrónico.

# Capítulo 9

## Conclusão

Este último capítulo apresenta uma síntese do trabalho reportado nesta dissertação, referindo as contribuições propostas e as conclusões retidas. São também apresentadas as perspectivas de desenvolvimento futuro.

### 9.1 Síntese

A Internet trouxe novas oportunidades às companhias seguradoras, entre elas a capacidade de chegar a um maior número de clientes com mais produtos. No entanto, as limitações da tecnologia usada até agora traduziram-se numa padronização dos produtos e serviços disponíveis no mercado electrónico. A necessidade de tornar o processo de venda o mais simples possível para os clientes forçou a oferta de seguros como produtos simples com preços fixos, com um número muito limitado de opções.

Esta situação traz inconvenientes tanto para clientes como seguradoras. O cliente tem menor capacidade de escolha, o que pode não satisfazer convenientemente as suas necessidades. As seguradoras são incapazes de reflectir a dinâmica do mercado na sua estrutura de preços e oferta de produtos. Isto significa que é mais difícil para a companhia seguradora analisar e gerir o nível de risco que corre ao efectuar uma proposta a um dado cliente. Quanto maior for a flexibilidade da seguradora para modelar, estabelecer e reflectir o risco nos parâmetros da sua oferta maior a sua capacidade de diferenciar e fornecer produtos personalizados a preços competitivos aos seus clientes.

Para agravar a situação, a maioria das seguradoras espera que o cliente elabore o seu pedido através da selecção de uma configuração do produto pretendido, indicando todos os parâmetros necessários ao cálculo do prémio final. Algumas seguradoras desenvolveram sistemas interactivos para obter esta informação, enquanto que outras usam algumas das tecnologias disponíveis na Web de modo a permitir que o cliente interaja directamente com o programa de cálculo do prémio. No entanto, estas

abordagens, apesar de permitirem aos utilizadores a obtenção de propostas imediatas, possuem um conjunto de desvantagens:

- Assumem que o cliente, ou um seu representante, consegue expressar os seus pedidos na linguagem dos produtos.
- Na maioria das vezes é exigido que o cliente responda a um grande número de questões antes de obter alguma reacção, uma vez que os programas de cálculo do prémio exigem diversos parâmetros.
- Não fornecem qualquer tipo de ajuda aos clientes que não sabem expressar as suas necessidades em termos de uma configuração de um produto.

Assim, defendemos que o desenvolvimento de um sistema de comércio electrónico de seguros implica necessariamente o uso de capacidades distribuídas, cujos projecto, implementação, operação e reconfiguração permitem a integração de competências numa rede dinâmica. Tais capacidades podem ser realizadas com sucesso através do paradigma de agentes inteligentes. A figura do mediador deverá assumir um papel de destaque nesse sistema de comércio electrónico de seguros. De facto, a mediação de seguros é muito mais do que um simples canal de distribuição. Longe de se limitar a adquirir produtos às seguradoras para depois os distribuir, adapta as ofertas das seguradoras às reais necessidades do consumidor a quem se destinam tais propostas. Recorrer à personalização das configurações de seguros propostas é de vital importância para as seguradoras, num mercado electrónico cada vez mais competitivo.

Propomos uma nova abordagem na mediação electrónica de seguros, de modo a prestar este serviço de valor acrescentado, quer para clientes como para seguradoras. As seguradoras, intermediário e clientes são representadas no sistema por agentes que modelam as respectivas entidades físicas.

A partilha de informação entre agentes requer mais do que um formato comum e uma linguagem de comunicação. Os agentes, como entidades autónomas especializadas num aspecto particular do problema, possuem geralmente diferentes modelos do mundo nos quais os objectos e propriedades podem ser conceptualmente diferentes. É necessário que os agentes concordem num modelo do mundo, de forma a assegurar um entendimento correcto e mútuo da informação a tratar, isto é, que acordem numa ontologia comum. Com uma linguagem de comunicação comum, um conteúdo de linguagem comum e uma ontologia partilhada, os agentes conseguem comunicar entre si na mesma forma, na mesma sintaxe e com o mesmo entendimento do mundo.

Diversas técnicas de aprendizagem automática têm sido utilizadas em problemas de modelação de utilizadores, principalmente para determinar modelos de utilizadores individuais interagindo com o sistema. A nossa abordagem, pelo contrário, possui um nível superior de generalização dos interesses dos clientes que pretendem adquirir um produto de seguros. Em particular, centramos o nosso trabalho na construção de comunidades de utilizadores, conceito que parece aplicar-se convenientemente a

um espaço público como é a Internet. Uma comunidade corresponde a um grupo de utilizadores com características semelhantes. Recorremos a técnicas de agrupamento conceptual sobre os dados dos utilizadores, para de seguida identificar as características que distinguem esta comunidade das restantes na população de utilizadores. Damos particular atenção à interpretação dos dados, porque acreditamos que a caracterização descritiva de uma comunidade em termos de um modelo é o que clientes e seguradoras necessitam.

Corrigimos e adaptamos um protocolo avançado de negociação ao domínio da mediação de seguros. A negociação é realizada sobre múltiplos componentes, descritos por múltiplos atributos. Os negociantes são seguradoras e intermediário, em representação do cliente, que se encontram num mercado competitivo e pretendem manter privado o seu modo de avaliação dos produtos em negociação. É usada argumentação, pelo intermediário, para realizar um comentário a propostas emitidas pelas companhias seguradoras, por meio de uma avaliação qualitativa dos valores aí apresentados. Assim, é mantida desconhecida, para as seguradoras, qual a utilidade real que o cliente atribui a um determinado componente de um produto de seguros, sendo apenas revelada uma avaliação qualitativa dessa utilidade.

Desenvolvemos o sistema *BIAS* (Brokerage for Insurance - an Agent-based System), que traduz o sistema multi-agente proposto. Este sistema ilustra as metodologias de negociação apresentadas, bem como técnicas de aprendizagem automática na modelação dos clientes de um mercado electrónico de seguros, nomeadamente a organização de utilizadores em grupos com características comuns (*comunidades*) e a extracção de uma caracterização dos grupos gerados (*estereótipos*). O objectivo é seleccionar de entre o conjunto de propostas elaboradas pelas seguradoras existentes no mercado, a que melhor satisfaça as necessidades específicas de um cliente.

No sistema *BIAS*, o *Agente Seguradora* define as competências (os produtos e serviços) da companhia seguradora que representa às quais associa preferências e restrições próprias. O *Agente Seguradora* irá competir no mercado electrónico, com as suas competências, na oferta de um produto ou serviço de seguros a um dado cliente.

O *Agente Cliente*, responsável pela modelação da entidade física cliente, dialoga com o *Agente Intermediário*, em representação do cliente. Para enriquecer este diálogo, constrói o perfil do cliente que representa. Auxilia ainda o cliente no processo de selecção de uma proposta do conjunto das propostas recebidas.

O *Agente Intermediário* é o responsável pela interacção entre múltiplos *Agentes Cliente* e *Agentes Seguradora*. Para que esta interacção possa ser efectuada define uma ontologia do domínio e disponibiliza-a aos restantes agentes presentes no mercado. A maioria dos clientes esperam que o intermediário os auxilie e aconselhe na definição do seu pedido e na interacção com as diversas seguradoras. Isso é conseguido quer pela construção de comunidades distintas numa população de utilizadores e extracção dos seus estereótipos, usados no aconselhamento, quer pela negociação dos detalhes do produto pretendido com as seguradoras, em representação do cliente.

Da avaliação efectuada podemos concluir que o sistema *BIAS* fornece importantes vantagens a clientes e seguradoras. Para o cliente, a possibilidade de delegar responsabilidades na procura do produto que melhor se adequa às suas necessidades, traduz-se numa diminuição significativa do tempo necessário para encontrar um produto e na melhoria das propostas recebidas. As seguradoras têm a possibilidade de variar as suas ofertas de acordo com o cliente em questão, com o que os seus concorrentes estão a oferecer naquele momento e com o estado actual do seu negócio. As suas ofertas não necessitam de ser modificadas ou simplificadas em formatos rígidos para que possam ser comercializadas num mercado electrónico.

Exploramos a plataforma *Bee-gent*, uma plataforma Java desenvolvida pelo *Computer & Network Systems Laboratory* da Toshiba. Esta plataforma foi desenvolvida com o objectivo de suportar a comunicação entre agentes em ambientes distribuídos, incluindo serviços específicos para tratamento (envio/recepção) de mensagens XML. A utilização de *Mediation Agents* e a agentificação de aplicações pelos *Agent Wrappers* torna todos os componentes de um sistema distribuído em agentes, facilitando o comportamento autónomo de cada parte do sistema e traz a flexibilidade necessária para tentar soluções alternativas no caso do plano inicial de resolução do problema falhar. Para além disso, permite que novos componentes sejam introduzidos dinamicamente no sistema.

## 9.2 Trabalho Futuro

Pretendemos sofisticar a representação de uma seguradora no mercado virtual, uma vez que o presente trabalho se centrou na figura do intermediário. Nomeadamente, pretendemos melhorar os seguintes pontos:

- Implementar, nos *Agentes Seguradora*, a capacidade de aprendizagem, presente no algoritmo *Negociação-Q*.
- Considerar agregações de produtos nas ofertas das seguradoras.
- Propor uma arquitectura multi-agente para um sítio Web inteligente, através do qual as seguradoras possam reflectir a dinâmica de um mercado electrónico de seguros na personalização do seu conteúdo.

Pretendemos abordar a fase de estabelecimento do contrato entre o cliente e a seguradora seleccionada no final da negociação. Esta fase da mediação não se deve limitar ao preenchimento de um contrato electrónico modelo. O momento chave do contrato de seguro verifica-se quando ocorre um sinistro e é precisamente nesse momento que a intervenção do mediador se torna fundamental para o cliente, mas também para a seguradora. No entanto, é necessária uma intensa interacção entre a companhia seguradora e o segurado, sempre que este último submeta um pedido

de indemnização. Esta interacção pode envolver terceiras entidades legais e judiciais que atestam a veracidade da pedido, tornando complexa uma completa automação do processo.

O comércio tradicional de seguros exige que o segurado fundamente o pedido de indemnização com provas adequadas do prejuízo sofrido. Todos os pormenores deste pedido são verificados posteriormente pela seguradora. Se esta determinar que o pedido é legítimo, o segurado, ou quem este tiver designado como beneficiário, recebe a indemnização prevista no contrato. Implementar esta fase no comércio electrónico de seguros é um processo complexo, uma vez que exige a coordenação de diversas entidades. Mais uma vez, o paradigma de agentes inteligentes surge como o mais indicado na solução deste problema, de uma forma distribuída. Assim, propomos um esquema possível para a implementação desta fase:

1. O segurado, que pretende efectuar um pedido de indemnização, autentica-se com o número da apólice e com um certificado electrónico recebido no momento em que estabeleceu o contrato com a seguradora. No sistema *BIAS* será o *Agente Intermediário* a entidade emissora destes certificados electrónicos.
2. O *Agente Intermediário* certifica-se que a apólice indicada foi de facto atribuída àquele cliente e que ainda é válida. Envia então o pedido à seguradora respectiva, acompanhado das respectivas provas fornecidas pelo segurado. Estas provas foram, previamente, verificadas e assinadas digitalmente pelas autoridades necessárias.
3. A companhia seguradora verifica a veracidade do sinistro, a identidade das autoridades que assinaram digitalmente as provas e o montante da indemnização reclamada pelo segurado.
4. Após as provas necessárias terem sido obtidas e a seguradora estiver satisfeita com a validade do pedido, a indemnização é paga ao cliente, de acordo com o que foi estabelecido no contrato celebrado entre as partes.
5. Todas as transacções com os segurados que apresentaram pedidos de indemnização são armazenadas numa base de dados, no *Agente Intermediário*. Esta base de dados será usada para extrair informação a ser usada tanto pelas companhias seguradoras como por potenciais clientes que utilizam o sistema.

Esta fase requer a coordenação com entidades exteriores à seguradora e a avaliação física dos danos sofridos, em determinados tipos de seguros, como por exemplo o automóvel. No entanto, o esquema proposto reduz a necessidade do uso de papel e do tempo necessário para processar os pedidos de indemnização. É, portanto, vantajoso quer para clientes quer para seguradoras.

### 9.3 Considerações Finais

Pensamos que os requisitos das principais áreas da construção de um sistema multi-agente de mediação electrónica de seguros, apresentadas no capítulo 1, foram satisfeitos pelas propostas presentes neste trabalho, nomeadamente:

**Representação:** A partilha de informação entre agentes requer mais que um formato comum e uma linguagem de comunicação. Os agentes, como entidades autónomas especializadas para um aspecto particular do problema, possuem geralmente diferentes modelos do mundo nos quais os objectos e propriedades podem ser conceptualmente diferentes. É necessário que os agentes concordem num modelo do mundo, de forma a assegurar um entendimento correcto e mútuo da informação a tratar, isto é, que acordem numa ontologia comum. O esquema usado para a ontologia permite definir objectos, componentes, atributos e valores, bem como relações entre objectos e componentes, entre componentes e atributos e entre atributos e valores.

**Actualização do mercado:** Os estereótipos extraídos das comunidades geradas entre a população de utilizadores possuem capacidades de adaptação a alterações nas propostas efectuadas pelas seguradoras. No sistema proposto, as seguradoras possuem um controlo total sobre os agentes que as representam, significando que as suas políticas de configuração de produtos permanecem confidenciais. As seguradoras mantêm a flexibilidade necessária para actualizar as suas ofertas de acordo com as características do mercado.

**Filtragem:** Geralmente, a avaliação de uma proposta numa negociação multi-atributo, é traduzida numa função de utilidade que consiste numa soma ponderada dos valores de utilidade dos diferentes atributos. Por considerarmos que, por vezes, pode ser extremamente difícil atribuir um valor numérico à utilidade de um atributo, optamos por realizar uma análise não quantitativa, mas sim qualitativa da proposta. Assim, a função de utilidade traduz-se numa ordenação de preferências relativas dos atributos que compõem a proposta. O comentário qualitativo reflecte a distância entre os valores indicados na proposta da seguradora e a melhor proposta recebida até ao momento.

**Interacção:** De forma a obter um acordo sobre um produto de seguros, o intermediário (em representação do cliente) e seguradoras envolvem-se num processo de negociação sequencial composto por múltiplas rondas. Em cada ronda são trocadas propostas e contra-propostas entre os participantes na negociação. O protocolo de negociação permite seleccionar, entre os participantes no mercado electrónico, com base nas suas capacidades e disponibilidade, a seguradora que seja capaz de efectuar o melhor acordo possível. O algoritmo *Negociação-Q* tem a capacidade de manter a informação privada aos próprios agentes e, ao mesmo tempo, inclui a capacidade de avaliar propostas com múltiplos atributos, de

aprender como efectuar melhores propostas durante o processo negocial e como resolver as dependências entre atributos.



# Apêndice A

## Anexo

### A.1 Ontologia

Ontologia usada na avaliação do sistema, descrita no capítulo 8.

```
<class>
  <name> life insurance </name>
  <description>
    how to describe a life insurance product
  </description>
  <slot> policy </slot>
  <slot> coverage1 </slot>
  <slot> coverage2 </slot>
  <slot> coverage3 </slot>
</class>
<slot>
  <name> policy </name>
  <description>
    life insurance policy
  </description>
  <attribute> policy_Type </attribute>
  <attribute> policy_DeathBenefit </attribute>
  <attribute> policy_Duration </attribute>
  <attribute> policy_PaymentMode </attribute>
  <attribute> policy_Premium </attribute>
</slot>
<attribute>
  <name> policy_Type </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> true </negotiable>
```

```

    <type> string </type>
    <domain> set_of_values </domain>
    <values> Term, Whole Life, Universal </values>
</attribute>
<attribute>
    <name> policy_DeathBenefit </name>
    <mandatory> true </mandatory>
    <negotiable> true </negotiable>
    <type> real </type>
    <domain> set_of_values </domain>
    <values>
        200000, 250000, 300000, 350000, 400000, 450000, 500000
    </values>
</attribute>
<attribute>
    <name> policy_Duration </name>
    <mandatory> true </mandatory>
    <negotiable> true </negotiable>
    <type> string </type>
    <domain> set_of_values </domain>
    <values>
        1 year, 5 years, 10 years, 15 years, 20 years, 25 years,
        30 years, Whole Life
    </values>
</attribute>
<attribute>
    <name> policy_PaymentMode </name>
    <mandatory> true </mandatory>
    <negotiable> true </negotiable>
    <type> string </type>
    <domain> set_of_values </domain>
    <values> Monthly, Quarterly, Semi-annually, Annually </values>
</attribute>
<attribute>
    <name> policy_Premium </name>
    <mandatory> true </mandatory>
    <negotiable> true </negotiable>
    <type> real </type>
    <domain> set_of_intervals </domain>
    <values> 0->200, 200->400, 400->600, 600->800, 800-> </values>
</attribute>
<slot>
    <name> coverage1 </name>
    <description> policy_option1 </description>

```

```

    <attribute> coverage_DeathBenefit </attribute>
    <attribute> coverage_Premium </attribute>
</slot>
<slot>
  <name> coverage2 </name>
  <description> policy_option2 </description>
  <attribute> coverage_DeathBenefit </attribute>
  <attribute> coverage_Premium </attribute>
</slot>
<slot>
  <name> coverage3 </name>
  <description> policy_option3 </description>
  <attribute> coverage_DeathBenefit </attribute>
  <attribute> coverage_Premium </attribute>
</slot>
<attribute>
  <name> coverage_DeathBenefit </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> true </negotiable>
  <type> real </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    200000, 250000, 300000, 350000, 400000, 450000, 500000
  </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> coverage_Premium </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> true </negotiable>
  <type> real </type>
  <domain> set_of_intervals </domain>
  <values> 0->40, 40->80, 80->100, 100-> </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> coverage_DeathBenefit </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> true </negotiable>
  <type> real </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    200000, 250000, 300000, 350000, 400000, 450000, 500000
  </values>
</attribute>

```

```

<class>
  <name> customer </name>
  <description> customer data </description>
  <slot> risk </slot>
  <slot> profile </slot>
</class>
<slot>
  <name> risk </name>
  <description>
    data used for insurance risk calculation
  </description>
  <attribute> yearOfBirth </attribute>
  <attribute> height </attribute>
  <attribute> weight </attribute>
  <attribute> gender </attribute>
  <attribute> tobaccoUse </attribute>
</slot>
<slot>
  <name> profile </name>
  <description>
    data used for profile creation
  </description>
  <attribute> occupation </attribute>
  <attribute> maritalStatus </attribute>
  <attribute> educationLevel </attribute>
  <attribute> householdIncome </attribute>
  <attribute> insurancePurpose </attribute>
</slot>
<attribute>
  <name> yearOfBirth </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> integer </type>
  <domain> set_of_intervals </domain>
  <values>
    1940->1950, 1950->1960, 1960->1970, 1970->1980, 1980->2002
  </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> height </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>

```

```
<values>
  5' 1'', 5' 2'', 5' 3'', 5' 4'', 5' 5'', 5' 6'', 5' 7'',
  5' 8'', 5' 9'', 5' 10'', 5' 11''
</values>
</attribute>
<attribute>
  <name> weight </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> integer </type>
  <domain> set_of_intervals </domain>
  <values> 120->280 </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> gender </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values> Male,Female </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> occupation </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    Education, Management, Administrative, Self-employed,
    Professional, Student, Other </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> maritalStatus </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    Single, Single parent, Married, Married with children
  </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> educationLevel </name>
  <mandatory> true </mandatory>
```

```
<negotiable> false </negotiable>
<type> string </type>
<domain> set_of_values </domain>
<values>
  Grammar School, High School, Some College, Associate degree,
  Bachelor degree, Graduate degree
</values>
</attribute>
<attribute>
  <name> tobaccoUse </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    Never used tobacco, Quit < 1 year ago, Quit over 5 years ago,
    Chew nicotine gum, Smoke a pipe, Chew tobacco
  </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> householdIncome </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    under 10000, 10000-20000, 20000-30000, 30000-40000,
    40000-50000, 50000-75000, 75000-100000, over 100000
  </values>
</attribute>
<attribute>
  <name> insurancePurpose </name>
  <mandatory> true </mandatory>
  <negotiable> false </negotiable>
  <type> string </type>
  <domain> set_of_values </domain>
  <values>
    Family protection, Mortgage protection, Child's education,
    Estate protection, Replace existing insurance
  </values>
</attribute>
```

## A.2 Mensagens Trocadas

Exemplos de mensagens trocadas entre os agentes no decorrer da negociação avaliada no capítulo 8.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE query SYSTEM "query.dtd">
<query>
  <sender> Customer Agent</sender>
  <receiver> Broker Agent </receiver>
  <content>
    <action> QUERY-ATTRIBUTES </action>
    <item> seguro vida </item>
    <costumer>
      <yearOfBirth> 1950 </yearOfBirth>
      <height> 5' 4'' </height>
      <weight> 120 </weight>
      <gender> female </gender>
      <tobaccoUse> never used tobacco</tobaccoUse>
      <occupation> self-employed </occupation>
      <maritalStatus> married with children </maritalStatus>
      <educationLevel> high school </educationLevel>
      <householdIncome> 10000 - 20000 </householdIncome>
      <insurancePurpose> 12 years mortgage</insurancePurpose>
    </costumer>
  </content>
  <reply-with> SUGGEST-ATTRIBUTES </reply-with>
  <language> XML/ACL </language>
  <ontology> BIAS </ontology>
</query>
```

Figura A.1: Agente Cliente requisita ajuda do Agente Intermediário

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE inform SYSTEM "inform.dtd">
<inform>
  <sender> Broker Agent </sender>
  <receiver> Customer Agent </receiver>
  <action> SUGGEST-ATTRIBUTES </action>
  <content>
    <policy>
      <type> term </type>
      <duration> 15 years </duration>
      <benefit> 300000 </benefit>
    </policy>
    <coverage1>
      <benefit> 250000 </benefit>
    </coverage1>
  </content>
  <in-reply-to> request </in-reply-to>
  <language> XML/ACL </language>
  <ontology> BIAS </ontology>
</inform>
```

Figura A.2: Envio do estereótipo ao Agente Cliente

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE cfp SYSTEM "cfp.dtd">
<cfp>
  <sender> Customer Agent </sender>
  <receiver> Broker Agent </receiver>
  <content>
    <action> call for proposals </action>
    <policy>
      <policy_Type importance="medium" negotiable="no">
        term
      </policy_Type>
      <policy_DeathBenefit importance="medium" negotiable="no">
        30000
      </policy_DeathBenefit>
      <policy_Duration importance="memium high" negotiable="yes">
        15 years
      </policy_Duration>
    </policy>
  </content>
  <reply-with> RECOMMEND-INSURANCE</reply-with>
  <language> XML/ACL </language>
  <ontology> BIAS </ontology>
</cfp>
```

Figura A.3: Pedido inicial enviado pelo Agente Cliente

```

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE propose SYSTEM "propose.dtd">
<propose>
  <sender> Broker Agent </sender>
  <receiver> Customer Agent </receiver>
  <content>
    <item> life insurance </item>
    <actor> AS1</actor>
    <proposal>
      <proposalID> insurer1Bee_1 </proposalID>
      <policy>
        <policy_Type> term </policy_Type>
        <policy_DeathBenefit> 250000 </policy_DeathBenefit>
        <policy_Duration> 20 years </policy_Duration>
        <policy_PaymentMode> annually</policy_PaymentMode>
        <policy_Premium> 340.87 </policy_Premium>
      </policy>
      <coverages>
        <coverage1>
          <coverage1_DeathBenefit> 450000.0 </coverage1_DeathBenefit>
          <coverage1_Premium> 46.57 </coverage1_Premium>
        </coverage1>
        <coverage3>
          <coverage3_DeathBenefit> 450000.0 </coverage3_DeathBenefit>
          <coverage3_Premium> 67.73 </coverage3_Premium>
        </coverage3>
      </coverages>
    </proposal>
  </content>
  <language> XML/ACL </language>
  <ontology> BIAS </ontology>
</propose>

```

Figura A.4: Proposta de AS<sub>1</sub> enviada no final da primeira ronda

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE request SYSTEM "request.dtd">
<request>
  <sender> Broker Agent </sender>
  <receiver> Customer Agent </receiver>
  <content>
    <action> RELAX-ATTRIBUTE </action>
    <attribute> coverage1_deathBenefit </attribute>
    <value> 250000 </value>
  </content>
  <reply-with> ACCEPT or REJECT-RELAX </reply-with>
  <language> XML/ACL </language>
  <ontology> BIAS </ontology>
</request>

<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE inform SYSTEM "inform.dtd">
<inform>
  <sender> Customer Agent </sender>
  <receiver> Broker Agent </receiver>
  <content> REJECT-RELAX </content>
  <in-reply-to> RELAX-ATTRIBUTE </in-reply-to>
  <language> XML/ACL </language>
  <ontology> BIAS </ontology>
</inform>
```

Figura A.5: Diálogo para satisfação de restrições

### A.3 Registo da Negociação

----- Customer Data -----

yearOfBirth: 1950  
height: 5' 1''  
weight: 120  
gender: Male  
tobaccoUse: Never used tobacco  
occupation: Education  
maritalStatus: Single  
educationLevel: Grammar School  
householdIncome: under 10000  
insurancePurpose: Family protection

----- Initial Request -----

product: life insurance

----- Community Stereotype -----

policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
coverage1\_DeathBenefit: 250000.0

----- Refined Request -----

product: life insurance  
policy\_Type: Term utility: 2 negotiable: no  
policy\_DeathBenefit: 300000.0 utility: 2 negotiable: no  
policy\_Duration: 15 years utility: 2 negotiable: no

----- 1st Round Proposals -----

insurer: insurer2  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 20 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 384.2512  
coverage1\_DeathBenefit: 300000.0  
coverage1\_Premium: 55.880005  
coverage2\_DeathBenefit: 350000.0  
coverage2\_Premium: 60.95999

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 250000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Annually  
policy\_Premium: 340.868  
coverage1\_DeathBenefit: 450000.0  
coverage1\_Premium: 46.566666  
coverage3\_DeathBenefit: 450000.0  
coverage3\_Premium: 67.73332

insurer: insurer3  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 350000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 35.227585  
coverage3\_DeathBenefit: 250000.0  
coverage3\_Premium: 49.31862

----- 1st Round Classifications -----

insurer: insurer2  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_1  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer1  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer1Bee1\_1  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit bad low  
policy\_Duration sufficient ok  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer3  
 classification: loosing\_round  
 proposal ID: insurer3Bee1\_1  
 policy\_Type sufficient ok  
 policy\_DeathBenefit bad high  
 policy\_Duration sufficient low  
 coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
 coverage1\_Premium sufficient high

----- Sending Proposals to CA -----  
 sorting proposals according to customer's preferences...  
 sending proposals to customer...

----- Selected Proposals for Next Rounds -----  
 insurer2Bee1\_1  
 insurer3Bee1\_1  
 insurer1Bee1\_1

----- Customer's Counter-proposal -----  
 product: life insurance  
 policy\_Type: Term utility: 2 negotiable: no  
 policy\_DeathBenefit: 300000.0 utility: 2 negotiable: no  
 policy\_Duration: 15 years utility: 2 negotiable: no  
 policy\_PaymentMode: Monthly utility: 2 negotiable: no  
 policy\_Premium: 200.0->400.0 utility: 2 negotiable: no  
 coverage1\_DeathBenefit: 250000.0 utility: 2 negotiable: no  
 coverage1\_Premium: 0.0->40 utility: 2 negotiable: no

----- 2nd Round Proposals -----

insurer: insurer2  
 product: life insurance  
 policy\_Type: Term  
 policy\_DeathBenefit: 300000.0  
 policy\_Duration: 20 years  
 policy\_PaymentMode: Monthly  
 policy\_Premium: 384.2512  
 coverage1\_DeathBenefit: 300000.0  
 coverage1\_Premium: 55.880005  
 coverage2\_DeathBenefit: 350000.0  
 coverage2\_Premium: 60.95999

insurer: insurer3  
 product: life insurance

policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 35.227585

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Semi-annually  
policy\_Premium: 335.868  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 41.566666

----- 2nd Round Classifications -----

insurer: insurer2  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_1  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient high  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer3  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer3Bee1\_2  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer1  
classification: loosing\_round

proposal ID: insurer1Bee1\_2  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode very\_bad high  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

----- 3rd Round Proposals -----

insurer: insurer3  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 35.227585

insurer: insurer2  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 20 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 384.2512  
coverage1\_DeathBenefit: 300000.0  
coverage1\_Premium: 55.880005  
coverage2\_DeathBenefit: 350000.0  
coverage2\_Premium: 60.95999

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 330.868  
coverage1\_DeathBenefit: 350000.0  
coverage1\_Premium: 36.566666

----- 3rd Round Classifications -----

insurer: insurer3  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer3Bee1\_3  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration bad low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer2  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_1  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration bad high  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium very\_bad high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium bad high

insurer: insurer1  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer1Bee1\_3  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium sufficient high

----- 4th Round Proposals -----

insurer: insurer3  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0

coverage1\_Premium: 35.227585

insurer: insurer2  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 5 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 379.2512  
coverage1\_DeathBenefit: 250000.0  
coverage1\_Premium: 50.880005

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 330.868  
coverage1\_DeathBenefit: 350000.0  
coverage1\_Premium: 36.566666

----- 4th Round Classifications -----

insurer: insurer3  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer3Bee1\_4  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer2  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_2  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient ok

coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer1  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer1Bee1\_3  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

----- 5th Round Proposals -----

insurer: insurer3  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 35.227585

insurer: insurer2  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 5 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 379.2512  
coverage1\_DeathBenefit: 250000.0  
coverage1\_Premium: 50.880005

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 325.868  
coverage1\_DeathBenefit: 300000.0  
coverage1\_Premium: 31.566666

## ----- 5th Round Classifications -----

insurer: insurer3  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer3Bee1\_5  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration bad low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer2  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_2  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration very\_bad low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium very\_bad high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient ok  
coverage1\_Premium bad high

insurer: insurer1  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer1Bee1\_4  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium sufficient high

## ----- 6th Round Proposals -----

insurer: insurer3  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly

policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 35.227585

insurer: insurer2  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 379.2512  
coverage1\_DeathBenefit: 250000.0  
coverage1\_Premium: 50.880005

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 325.868  
coverage1\_DeathBenefit: 300000.0  
coverage1\_Premium: 31.566666

----- 6th Round Classifications -----

insurer: insurer3  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer3Bee1\_6  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration bad low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer2  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_3  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok

policy\_Premium very\_bad high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient ok  
coverage1\_Premium bad high

insurer: insurer1  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer1Beel\_4  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium sufficient high

----- 7th Round Proposals -----

insurer: insurer3  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 10 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 326.79462  
coverage1\_DeathBenefit: 400000.0  
coverage1\_Premium: 35.227585

insurer: insurer2  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 374.2512  
coverage1\_DeathBenefit: 250000.0  
coverage1\_Premium: 45.880005

insurer: insurer1  
product: life insurance  
policy\_Type: Term  
policy\_DeathBenefit: 300000.0  
policy\_Duration: 15 years  
policy\_PaymentMode: Monthly  
policy\_Premium: 325.868

coverage1\_DeathBenefit: 300000.0  
coverage1\_Premium: 31.566666

----- 7th Round Classifications -----

insurer: insurer3  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer3Bee1\_7  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration bad low  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit very\_bad high  
coverage1\_Premium sufficient high

insurer: insurer2  
classification: loosing\_round  
proposal ID: insurer2Bee1\_4  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium very\_bad high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient ok  
coverage1\_Premium bad high

insurer: insurer1  
classification: winning\_round  
proposal ID: insurer1Bee1\_4  
policy\_Type sufficient ok  
policy\_DeathBenefit sufficient ok  
policy\_Duration sufficient ok  
policy\_PaymentMode sufficient ok  
policy\_Premium sufficient high  
coverage1\_DeathBenefit sufficient high  
coverage1\_Premium sufficient high

----- Sending Proposals to CA -----  
sorting proposals according to customer's preferences...  
sending proposals to customer...

----- Accepted Proposal -----  
proposal ID: insurer3Bee1\_7

sending reject-proposal messages to other insurers...

----- Updating Stereotypes -----

New Community stereotype:

[ policy\_Type: Term, policy\_DeathBenefit: 300000.0,  
policy\_Duration: 15 years, coverage1\_DeathBenefit: 250000.0,  
coverage1\_DeathBenefit: 300000.0 ]

# Referências

- [1] Jan Oyvind Aagedal and Jon Oldevik. Dem: A data exchange facility for virtual enterprises. In *6th Workshop on Enabling Technologies Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET-ICE '97)*, Cambridge, MA, 1997. MIT, IEEE Press.
- [2] AuctionBot. World wide web. <http://auction.eecs.umich.edu/>.
- [3] Inc BabyCenter. World wide web. <http://www.babycenter.com/>.
- [4] Yannis Bakos. The emerging role of electronic marketplaces on the internet. *Communications of the ACM*, 41(8):35–42, 1998.
- [5] Marko Balabanovic and Yoav Shoham. Learning information retrieval agents: Experiments with automated web browsing. In *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Resources*, pages 13–18, 1995.
- [6] Bee-gent. Bonding and encapsulation enhancement agent. <http://www2.toshiba.co.jp/beegent/index.htm>.
- [7] Martin Bichler, Arie Segev, and Carrie Beam. An electronic broker for business-to-business electronic commerce on the internet. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 7(4):315–330, 1998.
- [8] D. Billsus and M. Pazzani. User modeling for adaptive news access. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 10(2/3):147–180, 2000.
- [9] Felix Brandt, Wilfried Brauer, and Gerhard Weiss. Task assignment in multiagent systems based on vickrey-type auctioning and leveled commitment contracting. In *Cooperative Information Agents*, pages 95–106, 2000.
- [10] Henrique Lopes Cardoso, Max Schaefer, and Eugenio Oliveira. A multi-agent system for electronic commerce including adaptive strategic behaviours. In *EPIA99 - Portuguese Conference on Artificial Intelligence*, pages 252–266, 1999.
- [11] C. Castelfranchi. Commitments: From individual intentions to groups and organisations. In V. Lesser, editor, *Proceedings First International Conference on*

- Multi-Agent Systems*, pages 41–48, San Francisco, 1995. AAAI-Press and MIT Press.
- [12] A. Chavez and P. Maes. Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods. In *First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM'96)*, pages 75–90, London, UK, 1996. Practical Application Company.
- [13] P. Chiu. Using c4.5 as an induction engine for agent modelling: An experiment for optimisation. In *Proceedings of the User Modelling Conference UM'97*, 1997.
- [14] Philip R. Cohen and Hector J. Levesque. Intention is choice with commitment. *Artificial Intelligence*, 42(2):213–261, 1990.
- [15] Conning Corporation. *Internet Insurance Distribution*. Insurance Research Group, 2000.
- [16] K. Decker, K. Sycara, and M. Williamson. Middle-agents for the internet. In *Proceedings of the 15th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Nagoya, Japan, 1997.
- [17] Peyman Faratin, Carles Sierra, and Nick Jennings. Negotiation: Decision functions for autonomous agents. *International Journal of Robotics and Autonomous Systems*, 24(3-4):159–182, 1998.
- [18] A. Farquhar, R. Fikes, and J. Rice. The ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction. Technical Report KSL 96-26, Stanford Knowledge Systems Laboratory, 1996.
- [19] S. Field and Y. Hoffner. Vimp - a virtual market place for insurance products. *EM - Electronic Markets*, 8(4):3–7, 1998.
- [20] Bargain Finder. World wide web. <http://bf.cstar.ac.com/bf/>.
- [21] J. Fink and A. Kobsa. A review and analysis of commercial user modeling servers for personalization on the world wide we. *User Modeling and User-Adapted Interaction, Special Issue on Deployed User Modeling.*, 2000.
- [22] Firefly. World wide web. <http://www.firefly.com/>.
- [23] D. H. Fisher. Conceptual clustering, learning from examples, and inference. In Morgan Kaufmann, editor, *Proceedings of the Fourth International Workshop on Machine Learning*, pages 38–50, Irvine, CA, 1987.
- [24] D. H. Fisher. Knowledge acquisition via incremental conceptual clustering. *Machine Learning*, 2:139–172, 1987.
- [25] J.B. Weinberg G. Biswas and D. Fisher. Iterate: A conceptual clustering algorithm for data mining. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 28:100–111, 1998.

- [26] M.A. Gluck and J.E. Corter. Information, uncertainty and the utility of categories. In *Proceedings of the 7th Conference of the Cognitive Science Society*, pages 283–287, 1985.
- [27] T.R. Gubber. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199–220, 1993.
- [28] R. Guttman, A. Moukas, and P. Maes. Agent-mediated electronic commerce: A survey. *Knowledge Engineering Review*, 13(2):147–159, 1998.
- [29] Robert H. Guttman and Pattie Maes. Cooperative vs. competitive multi-agent negotiations in retail electronic commerce. *Lecture Notes in Computer Science*, 1435:135–142, 1998.
- [30] Robert H. Guttman and Pattie Maes. Agent-mediated integrative negotiation for retail electronic commerce. *Lecture Notes in Computer Science*, 1571:70–90, 1999.
- [31] A. Haddadi. Communication and cooperation in agent systems: A pragmatic theory. *Lecture Notes in Computer Science*, 1056, 1996.
- [32] J. Robert Hunter and James H. Hunt. *Term Life Insurance on the Internet: An Evaluation on On-line Quotes*. Consumer Federation of America, 2001.
- [33] InsWeb. World wide web. <http://www.insweb.com/>.
- [34] Jango. World wide web. <http://www.jango.com/>.
- [35] N. R. Jennings, S. Parsons, P. Noriega, and C. Sierra. On argumentation-based negotiation. In *Proceedings of the International Workshop on Multi-Agent Systems*, Boston, USA, 1998.
- [36] T. Kawamura, T. Hasegawa, A. Ohsuga, and S. Honiden. Bee-gent: Bonding and encapsulation enhancement agent framework for development of distributed systems. *Systems and Computers in Japan*, 31(13):42–56, 2000.
- [37] N. Matos, C. Sierra, and N. R. Jennings. Determining successful negotiation strategies: an evolutionary approach. In Y. Demazeau, editor, *Proceedings of the 3rd International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-98)*, pages 182–189, Paris, France, 1998. IEEE Press.
- [38] R. S. Michalski. Knowledge acquisition through conceptual clustering: A theoretical framework and algorithm for partitioning data into conjunctive concepts. *International Journal of Policy Analysis and Information Systems*, 4:219–243, 1980.
- [39] R. S. Michalski, J.G. Carbonell, and T.M. Mitchell. *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*. Springer-Verlag, 1984.

- [40] Maria C. Neves and Eugénio Oliveira. Arquitectura híbrida, distribuída e adaptável para o controlo de um robô móvel. In *Actas del primer Workshop hispano-luso en agentes físicos*, Terrana, Espanha, 2000.
- [41] Luís Nogueira and Eugénio Oliveira. Agent mediated insurance brokerage. In *Proceedings of the International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS 2002)*, Guadalajara, Mexico, Nov 2002.
- [42] Luís Nogueira and Eugénio Oliveira. A multi-agent system for e-insurance brokering. In *Proceedings of Net.Objectdays 2002 Workshops*, pages 354–372, Erfurt, Germany, Oct 2002.
- [43] Luís Nogueira and Eugénio Oliveira. A multi-agent system for e-insurance brokering. In R. Kowalczyk, J. Müller, H. Tianfield, and R. Unland, editors, *to appear in Agent Technologies, Infrastructures, Tools, and Applications for e-Services*, volume 2592 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer-Verlag, 2003.
- [44] T. J. Norman, C. Sierra, and N. R. Jennings. Rights and commitments in multi-agent agreements. In Y. Demazeau, editor, *Proceedings of the 3rd International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-98)*, pages 222–229, Paris, France, 1998. IEEE Press.
- [45] Eugénio Oliveira, José M. Fonseca, and Nick Jennings. Learning to be competitive in the market. In *American Association of Artificial Intelligence Workshop on Negotiation*, Orlando, USA, July 1999.
- [46] Eugénio Oliveira, José M. Fonseca, and A. Steiger-Garção. Multi-criteria negotiation on multi-agent systems. In *Proceedings of the First International Workshop of Central and Eastern Europe on Multi-Agent Systems*, St. Petersburg, Russia, 1999.
- [47] G. Paliouras, V. Karkaletsis, C. Papatheodorou, and C. Spyropoulos. Exploiting learning techniques for the acquisition of user stereotypes and communities. In *Proceedings of the International Conference on User Modelling (UM '99)*, 1999.
- [48] G. Paliouras, C. Papatheodorou, V. Kakaletsis, C. Spryropoulos, and V. Malaveta. Learning user communities for improving the services of information providers. *Lecture Notes in Computer Science*, 1513:367–384, 1998.
- [49] Simon Parsons, Carles Sierra, and Nick Jennings. Agents that reason and negotiate by arguing. *Journal of Logic and Computation*, 8(3):261–292, 1998.
- [50] PersonaLogic. World wide web. <http://www.personalogic.com/>.
- [51] Pivot.com. World wide web. <http://www.pivot.com/>.
- [52] Axa Portugal. World wide web. <http://www.axa.pt/>.

- [53] Priceline.com. World wide web. <http://www.priceline.com>.
- [54] Anand S. Rao and Michael P. Georgeff. Modelling rational agents within a bdi architecture. *Second International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, 1991.
- [55] Anand S. Rao and Michael P. Georgeff. Bdi agents: From theory to practice. *First International Conference on Multi-Agent Systems*, 1995.
- [56] B. Raskutti and A. Beitz. Acquiring user preferences for information filtering in interactive multimedia services. In *Proceedings of the Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence*, pages 47–58, 1996.
- [57] Ana Paula Rocha. *Metodologias de Negociação em Sistemas Multi-Agente para Empresas Virtuais*. PhD thesis, Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, December 2001.
- [58] Ana Paula Rocha and Eugénio Oliveira. Adaptative multi-issue negotiation protocol for electronic commerce. In *Proceedings of The Fifth International Conference on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM 2000)*, Manchester, UK, April 2000.
- [59] Ana Paula Rocha and Eugénio Oliveira. Agents advanced features for negotiation in electronic commerce and virtual organisations formation process. *Lecture Notes in Computer Science*, 1991:77–96, 2001.
- [60] Juan A. Rodriguez, Pablo Noriega, Carlos Sierra, and Julian Padget. Fm96.5: A java-based electronic auction house. In *Second International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi Agent Technology*, London, UK, 1997.
- [61] Jeffrey Rosenschein and Gilad Zlotkin. *Rules of Encounter*. MIT Press, Cambridge, MA, 1994.
- [62] Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, 1995.
- [63] S. Staab, M. Erdmann, and A. Madche. An extensible approach for modelling ontologies in rdf. In *Proceedings of ECDL'2000 Semantic Web Workshop*, pages 11–22, Lisbon, Portugal, 2000.
- [64] M. Stolze. Soft navigation in product catalogs. In C. Nikolaou and C. Stephanidis, editors, *Proceedings of the 2nd European Conference ECDL'98*, 1998.
- [65] R. S. Sutton and A. G. Barto. *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press, Cambridge, 1998.

- [66] Hal R. Varian. Pricing information goods. In *Research Libraries Group Symposium on Scholarship in the New Information Environment*, Harvard Law School, May 1995.
- [67] N. Vulkan and N. R. Jennings. Efficient mechanisms for the supply of services in multi-agent environments. In *Proceedings of the 1st International Conference on Information and Computation Economics*, pages 1–10, Charlestown, South Carolina, 1999.
- [68] Christopher J.C.H. Watkins and Peter Dayan. Q-learning. *Machine Learning*, 8(3-4):279–292, May 1992.
- [69] WebInsurance. World wide web. <http://www.webinsurance.com/>.
- [70] M. Wooldridge and N. R. Jennings. Agent theories, architectures and languages: A survey. *Proceedings of ECAI94 Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages*, 890(2):1–32, 1994.
- [71] M. Wooldridge and N. R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10(2):115–152, 1995.
- [72] Michael Wooldridge. Intelligent agents. In Gerhard Weiss, editor, *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, pages 27–78. The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1999.
- [73] Peter R. Wurman, Michael P. Wellman, and William E. Walsh. The michigan internet auctionbot: A configurable auction server for human and software agents. In Katia P. Sycara and Michael Wooldridge, editors, *Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents (Agents'98)*, pages 301–308, New York, 9–13, 1998. ACM Press.
- [74] Dajun Zeng and Katia Sycara. How can an agent learn to negotiate. In *Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages*, Budapest, Hungary, August 1996.