
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA
DA COMPUTAÇÃO

ABORDAGEM MULTIAGENTE PARA A
PROPAGANDA PERVASIVA

FREDERICO MOREIRA BUBLITZ

CAMPINA GRANDE – PB
2013

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Abordagem Multiagente para a Propaganda Pervasiva

Frederico Moreira Bublitz

Tese de Doutorado submetida à Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software

Angelo Perkusich, D.Sc.

(Orientador)

Hyggo Oliveira de Almeida, D.Sc.

(Orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Frederico Moreira Bublitz, Agosto de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B917a Bublitz, Frederico Moreira.
Abordagem multiagente para a propaganda pervasiva / Frederico
Moreira Bublitz. – 2013.
149 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.

"Orientação: Prof. D.Sc. Angelo Perkusich, Prof. D.Sc. Hyggo Oliveira
de Almeida".

Referências.

1. Computação Pervasiva. 2. Propaganda Pervasiva. 3. Multiagente.
I. Perkusich, Angelo. II. Almeida, Hyggo Oliveira de. III. Título.

CDU 004.416.3(043)

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG

"ABORDAGEM MULTIAGENTE PARA A PROPAGANDA PERVASIVA"

FREDERICO MOREIRA BUBLITZ

TESE APROVADA EM 29/08/2013



ANGELO PERKUSICH, D.Sc, UFCG
Orientador(a)



HYGGO OLIVEIRA DE ALMEIDA, D.Sc, UFCG
Orientador(a)



KYLLER COSTA GORGÔNIO, Dr., UFCG
Examinador(a)



EVANDRO DE BARROS COSTA, D.Sc, UFAL
Examinador(a)



MARIA DE FATIMA QUEIROZ VIEIRA, Ph.D
Examinador(a)

MARIA DEL ROSARIO GIRARDI GUTIERREZ, Dr^a, UFMA
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB

São Luiz, 29 de Agosto de 2013

Prezado Prof. Nazareno Andrade
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal de Campina Grande

Venho por meio desta reiterar o parecer de *Aprovado* para a Tese de Doutorado intitulada "Abordagem Multiagente para a Propaganda Pervasiva", apresentada por Frederico Moreira Bublitz em 29 de agosto de 2013.

Atenciosamente,



Profa. María del Rosario Girardi Gutiérrez
Universidade Federal do Maranhão, Centro Tecnológico
Departamento de Informática.
Av. dos Portugueses, s/n - Centro Tecnológico - Laboratório GESEC
Campus do Bacanga
65085-580 - Sao Luis, MA - Brasil
Telefone: (5598) 3301-8297

Resumo

A Propaganda Pervasiva destaca-se das demais formas de veiculação de anúncios por permitir a entrega de anúncios sensíveis ao contexto dos consumidores. Dessa forma, é possível entregar aos consumidores os anúncios mais relevantes, proporcionando uma maior efetividade à propaganda. Entretanto, entregar os anúncios mais relevantes, o que tem sido o foco das pesquisas na área de Propaganda Pervasiva, implica na redução do total de anúncios veiculados e essa redução impacta diretamente nos objetivos da campanha publicitária. Ou seja, nessa busca por anúncios mais relevantes para os consumidores os objetivos dos anunciantes têm sido negligenciados. Assim, é necessário encontrar um equilíbrio entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes. A hipótese assumida neste trabalho é que agentes de software, representando os consumidores e os anunciantes, sejam capazes de alcançar o equilíbrio almejado por meio de um cenário de negociação. Para viabilizar esse cenário de negociação, foram desenvolvidos: um modelo de negociação, no qual anunciantes e consumidores estabelecem rodadas de propostas e contrapropostas a fim de, cada um defendendo seus próprios interesses, obter uma relação de equilíbrio; um modelo de obtenção de informação contextual, que permite que os agentes adquiram, de forma dinâmica e transparente, a informação necessária à negociação; e um modelo de representação da informação contextual, que fornece uma linguagem comum para a comunicação entre os agentes. Para validar os modelos desenvolvidos, foi realizada uma série de experimentos com foco na obtenção e utilização de informação contextual como fator predominante para determinar a relevância do anúncio. A análise dos resultados obtidos permite concluir que o modelo de negociação mostra-se eficaz em encontrar o equilíbrio desejado.

Abstract

The Pervasive Advertising stands out from other forms of ad serving by allowing the delivery of context-sensitive advertisements to consumers. Thus, it is possible to deliver the most relevant ads, increasing the effectiveness of advertising. However, delivering the most relevant ads, which have been the focus of research on Pervasive Advertising, implies in the reduction of the total delivered ads, and this reduction has a direct impact on the objectives of the advertising campaign. That is, in this search for more relevant ads to consumers, the goals of advertisers have been neglected. Thus, it is necessary to find a balance between the interests of consumers and objectives of advertisers. The assumed hypothesis in this work is that by means of a negotiation scenario, software agents, representing the consumers and the advertisers will be able to achieve the desired balance. To enable this negotiation scenario, we developed: a model and protocol of negotiation, in which advertisers and consumers establish rounds of proposals and counterproposals to each defending their own interests, obtain a balanced relationship; a model for obtaining contextual information, which allows agents to acquire in a dynamic and transparent way, the information needed to negotiate; and a model for representing the contextual information, which provides a common language for communication among agents. In order to validate the developed models, we performed a series of experiments focusing on the obtaining and using contextual information as a predominant factor for determining the relevance of the ad. The analysis of the results shows that the negotiation model is effective in finding the desired balance.

Agradecimentos

Agradeço aos amigos e colegas que, de algum modo, participaram desse processo de formação. Poderia citar vários, mas certamente aconteceria de esquecer-me de algum deles, não porque não tenha sido importante, mas porque foram muitos os que estiveram comigo nesse processo. Por isso, apenas deixo registrado meus agradecimentos e, tenho certeza, que aqueles a quem me refiro sabem que não foram esquecidos e da importância que têm para mim.

Agradeço à minha família, que sempre me incentivou a seguir estudando e deu o suporte emocional necessário e fundamental para que eu pudesse chegar ao final dessa verdadeira jornada do conhecimento e amadurecimento acadêmico. Aos meus pais e irmãos que tiveram que aprender a conviver com a distância. À minha esposa, que não precisou lidar com a distância, mas teve que suportar todas as minhas variações de humor decorrentes do “stress” que acompanha a formação do doutor.

Agradeço a todos os meus orientadores. Ao professor Fred Freitas, orientador de TCC, um grande incentivador da minha carreira acadêmica. Ao professor Hyggo, responsável direto pela minha formação como doutor, em quem me espelho profissionalmente. Ao professor Angelo, que muito me ensinou em todos esses anos, do qual sou um verdadeiro admirador. Em especial, ao professor Evandro, o primeiro a acreditar na minha capacidade e que, mesmo antes de ser seu aluno de iniciação científica, me abriu as portas do mundo acadêmico; do qual serei sempre grato por seu gesto de fraternidade num dos momentos mais difíceis de minha vida.

Agradeço principalmente a Deus e faço minhas as palavras do salmista, que diz: “*Como é bom render graças ao Senhor e cantar louvores ao teu nome, ó Altíssimo;*”

Salmos 92 : 1

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Contexto Histórico	4
1.3	Problemática	6
1.4	Estado da Arte	7
1.5	Hipótese	9
1.6	Objetivo	10
1.7	Relevância	11
1.8	Estrutura da Tese	11
2	Fundamentação Teórica	13
2.1	Propaganda e Segmentação de Mercado	13
2.1.1	Propaganda	14
2.1.2	Segmentação de Mercado	15
2.2	Sistemas de Recomendação e Filtragem Colaborativa	17
2.2.1	Filtragem Colaborativa Baseada no Usuário	18
2.2.2	Filtragem Colaborativa Baseada em Item	18
2.3	Negociação em Sistemas Multiagentes	19
2.3.1	Coordenação de Agentes Competitivos: Negociação	20
2.3.2	Protocolos de Negociação	22
2.3.3	Estratégias de Negociação	25
2.3.4	Linguagens de Comunicação	26
2.4	Ciência de Contexto em Computação Pervasiva	30
2.4.1	Obtenção da Informação Contextual	31

2.4.2	Representação da Informação Contextual	32
2.4.3	Raciocínio sobre a Informação Contextual	33
2.5	Uso de Ontologias em Computação Pervasiva	33
2.5.1	RDF	34
2.5.2	RDF Schema	34
2.5.3	OWL	35
2.6	Considerações	36
3	Modelo de Negociação Multiagente	37
3.1	Formalização do Problema	37
3.1.1	Maximizar a Relevância	38
3.1.2	Maximizar a Eficiência	38
3.2	Identificação dos Agentes	39
3.2.1	<i>Agente do Anunciante</i>	40
3.2.2	<i>Agente do Usuário</i>	41
3.2.3	<i>Agente Mediador</i>	41
3.3	Descrição do Modelo de Negociação	41
3.3.1	Protocolos de Negociação	43
3.3.2	Estratégias de Negociação	48
3.4	Cálculo da Similaridade	52
3.4.1	Similaridade das Preferências	52
3.4.2	Similaridade das Informações Demográficas	53
3.4.3	Nível de Similaridade	56
3.5	Exemplo de Utilização do Modelo	56
3.6	Considerações	58
4	Modelo para Representação de Contexto	60
4.1	Motivação	60
4.2	Escolha da Linguagem de Representação da Informação Contextual	62
4.3	Descrição do Modelo	63
4.3.1	<i>Kernel</i>	64
4.3.2	<i>Pervasive</i>	65

4.3.3	<i>Advertising</i>	69
4.4	Considerações	70
5	Modelo Multiagente para Aquisição de Informação Contextual	71
5.1	Identificação dos Agentes	71
5.1.1	<i>Agente Social</i>	73
5.1.2	<i>Gestor de Regras</i>	74
5.1.3	<i>Agente de Grupo</i>	75
5.2	Modelo de Aquisição de Informação	75
5.2.1	Gerenciamento do Anúncio	76
5.2.2	Aquisição de Informação Contextual do Usuário	76
5.3	Considerações	84
6	Validação do Modelo de Aquisição de Informação Contextual	85
6.1	Experimentos Realizados	85
6.1.1	Relevância mediante Gênero e Idade	86
6.1.2	Relevância do Anúncio com Base em Estatísticas de Consumo	89
6.1.3	Inferência sobre o Perfil do Usuário com Base nos Locais Frequentados	92
6.2	Considerações	96
7	Validação do Modelo de Negociação	97
7.1	Crítérios para Comparação	97
7.2	Hipóteses	98
7.3	Algoritmos Analisados	99
7.4	Implementação do Modelo	99
7.4.1	JADE	100
7.4.2	Detalhamento dos Agentes	100
7.5	Obtenção dos Dados	106
7.6	Resultados	109
7.6.1	Similaridade	109
7.6.2	Eficiência	110
7.7	Considerações	111

8	Trabalhos Relacionados	112
8.1	Propaganda Pervasiva: Oportunidades e Desafios	112
8.2	Descrição dos Trabalhos	115
8.2.1	Análise de Fatores que Influenciam a Aceitação dos Anúncios pelos Consumidores	115
8.2.2	Utilização de Informação Contextual para Adaptar os Anúncios aos Interesses dos Consumidores	118
8.2.3	Utilização de Infraestrutura Pervasiva para Sinalização Digital . . .	122
8.2.4	Interatividade	126
8.2.5	Privacidade	130
8.2.6	Uso do Contexto Social	131
8.3	Considerações	135
9	Conclusões	137
9.1	Contribuições	137
9.2	Trabalhos Futuros	140

Lista de Figuras

1.1	Formas de veiculação de propagandas direcionadas.	5
2.1	Agentes interagem com ambientes por meio de sensores e atuadores.	19
2.2	Estrutura típica de um sistema multiagente.	20
2.3	Processo de Negociação	21
2.4	Protocolo de Redes de Contrato.	25
3.1	Estratégia de negociação em que o mesmo item, disponibilizado pelo agente <i>A</i> , possui faixas de preços diferentes para compradores diferentes.	42
3.2	Busca por anunciantes.	43
3.3	Processo de barganha entre anunciantes e consumidores.	43
3.4	Protocolo de seleção e classificação de anúncios de acordo com o perfil do usuário.	44
3.5	Protocolo de Barganha.	47
3.6	Possíveis valores para a função objetivo dos agentes dos anunciantes.	51
3.7	Similaridade do anúncio de acordo com a idade do usuário e a faixa etária do público-alvo do anúncio.	55
4.1	Visão UML do modelo: pacote <i>kernel</i>	65
4.2	Visão UML do modelo: pacote <i>pervasive</i>	66
4.3	Visão geral do modelo. Representação UML da Ontologia criada.	69
5.1	Adição de novos agentes ao modelo para auxiliar o <i>Agente do Usuário</i> a compor o contexto do usuário.	73
5.2	Gerenciamento dos anúncios.	76
5.3	Aquisição da informação contextual: provisão direta pelo usuário.	78



5.4	Aquisição de informação contextual: proveniente das redes sociais.	79
5.5	Aquisição da informação contextual: com base nas estatísticas de mercado, aspectos culturais e legislação.	80
5.6	Aquisição de informação contextual: baseando-se nos locais frequentados pelo consumidor.	81
5.7	Formação do contexto do grupo.	82
5.8	Aquisição de informação contextual: proveniente dos retornos do consumidor aos anúncios exibidos.	83
6.1	Acurácia em determinar a relevância dos anúncios.	89
6.2	Distribuição da amostra por classe econômica, gênero e idade.	90
6.3	Relevância dos anúncios em termos percentuais à medida que aumenta a quantidade de avaliações.	91
6.4	Relevância dos anúncios à medida que aumenta a quantidade de avaliações.	91
6.5	Distribuição da amostra por classe econômica, gênero e idade.	93
6.6	Diferença entre a idade real do consumidor e a inferida.	94
6.7	Diferença entre a classe social do usuário e a inferida pelo sistema.	95
6.8	Distância de <i>hamming</i> entre o perfil do usuário e o inferido pelo sistema.	96
7.1	Diagrama Conceitual do sistema multiagente.	101
7.2	Distribuição da população gerada por gênero, classe social, faixa etária e preferências.	107
7.3	Similaridade do Anúncios: Filtragem Colaborativa vs. Modelo de Negociação.	110
7.4	Eficiência na Entrega do Anúncios: Filtragem Colaborativa vs. Modelo de Negociação.	110
8.1	Fatores que podem influenciar a atitude dos consumidores.	116
8.2	Relação entre a quantidade de informação a respeito do consumidor e o nível de personalização do anúncio.	117
8.3	Integração de um agente anunciante ao modelo tradicional de <i>e-Commerce</i> juntamente com sua representação.	119
8.4	<i>ReflectiveSign</i>	120
8.5	Sistema de propaganda ubíqua com uso de RFID.	121

8.6	Arquitetura do Modelo CACF-GA (Context-Aware Collaborative Filtering using Genetic Algorithm Approach).	122
8.7	Arquitetura do Arcabouço Criado.	123
8.8	<i>Pervasive Symbiotic Advertising</i> em espaços públicos.	123
8.9	Arquitetura do <i>MyAds</i>	124
8.10	ACEs (<i>Autonomic Communication Element</i>).	125
8.11	Sinalização Digital com Detecção de Audiência.	126
8.12	Estudo da efetividade de anúncios no cenário de Sinalização Digital.	127
8.13	Fluxo de Eventos do <i>Magic Broker</i>	128
8.14	<i>Display wall</i> interativo.	128
8.15	Interatividade usando dispositivos <i>Bluetooth</i>	129
8.16	Recomendação de Anúncios em Ambientes Públicos.	130
8.17	Visão Geral do Sistema de Entrega de Anúncios Cientes de Privacidade.	131
8.18	Modelo de Identificação de Características dos Usuários do Facebook.	132
8.19	Recomendação de Anúncios em Ambientes Públicos.	133
8.20	Termos mais frequentes nas postagens que mencionam a empresa Nokia.	134
8.21	Quantidade de ocorrências positivas e negativas associadas à marca.	134

Lista de Tabelas

2.1	Principais Variáveis de Segmentação para o Mercado Consumidor.	17
2.2	Parâmetros das mensagens FIPA-ACL.	31
3.1	Condições que influenciam no cálculo da proposta.	49
3.2	Caracterização do cenário de utilização.	57
4.1	Representação do Conhecimento: comparação entre as principais formalismos.	63

Lista de Códigos Fonte

2.1	Mensagem FIPA-ACL utilizando o ato performativo <i>query-if</i>	30
2.2	Mensagem FIPA-ACL utilizando o ato performativo <i>inform</i>	30
7.1	Instanciação da <i>PervasiveAdvertisingOntology</i> pelos agentes.	101
7.2	O <i>Agente do Usuário</i> requisita anunciantes ao <i>Agente Mediador</i>	102
7.3	<i>Agente do Usuário</i> envia uma contra-proposta ao <i>Agente do Anunciante</i> . . .	103
7.4	Nova proposta do <i>Agente do Anunciante</i>	104
7.5	<i>Agente Mediador</i> busca potenciais agentes dos anunciantes.	105
7.6	Envio dos potenciais agentes dos anunciantes para o <i>Agente do Usuário</i> . . .	106
7.7	Geração aleatória de consumidores.	108

Capítulo 1

Introdução

O trabalho relatado nesta tese situa-se na área de Propaganda Pervasiva, que envolve a concepção e o desenvolvimento de métodos, ferramentas e modelos computacionais para a veiculação de anúncios adaptados ao contexto do consumidor. Neste capítulo, relata-se a importância da propaganda para as empresas e as vantagens de utilizar dispositivos móveis pessoais, tais como *smartphones* e *tablets*, para veiculação de anúncios. Na sequência descreve-se o contexto histórico, abordando como a má utilização dos dispositivos móveis pessoais para veiculação de anúncios gerou um impacto negativo. Passa-se então o foco para a Computação Pervasiva como uma solução viável para contornar essa situação, por permitir a personalização e adaptação dos anúncios ao contexto dos consumidores. Em seguida, expõe-se o problema de negócio, que consiste na delicada relação entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes. Como poderá ser observado na delimitação do trabalho, o foco dos trabalhos na área de Propaganda Pervasiva está na busca por anúncios adaptados às preferências dos consumidores, deixando o anunciante em segundo plano, com isso, a propaganda perde sua característica principal de atender as demandas das empresas junto aos consumidores. Com base nessa problemática são descritas a hipótese, o objetivo, a relevância da tese.

1.1 Motivação

A necessidade de se adaptar às preferências dos consumidores é uma realidade para empresas que buscam um diferencial competitivo num mercado dinâmico, complexo e concorrido.

Nesse sentido, o *Marketing*, que consiste em uma série de ações sistemáticas visando a adequação das capacidades de uma empresa aos interesses dos clientes, tem sido amplamente usado (KOTLER; ARMSTRONG, 2007). Dentre as atividades que uma empresa pode desenvolver para atingir seus objetivos destacam-se as que formam o *Composto de Marketing*, ou *Marketing Mix*, que é dividido em quatro etapas também conhecidas como 4P's, descritas a seguir (YUDELSON, 1999):

Produto: nessa etapa estão definidas as tarefas que permitem a adequação de um determinado produto às preferências e desejos do consumidor. O conceito de produto deve incluir todos os benefícios que o consumidor recebe. Um exemplo é o do setor de cosméticos, que associa o conceito de beleza e esperança ao produto;

Preço: nessa etapa definem-se as estratégias de preços, descontos e formas de pagamento. O conceito de preço deve contemplar tudo o que pode influenciar quanto o cliente necessita pagar para obter um determinado benefício. Por exemplo, o tempo para receber um determinado produto pode influenciar diretamente no seu preço, nesse caso, a disponibilidade para entrega imediata do produto pode torná-lo mais caro;

Praça: nessa etapa estão definidas as tarefas necessárias para apresentação do produto ao consumidor nos seus locais de distribuição, ou *praça*. A praça envolve toda a estrutura necessária para que o produto chegue aos clientes, incluindo pontos de vendas, transporte e estoque;

Promoção: envolve as tarefas de comunicação necessárias para promover um produto. O principal objetivo da promoção é fazer com que o público-alvo esteja ciente da existência e disponibilidade do produto.

É comum que as pessoas confundam *Marketing* com propaganda. Isso acontece porque essa é a tarefa que mais se destaca aos consumidores no *Marketing*. Sob a perspectiva de comunicação, a propaganda exerce o papel fundamental de divulgar um produto às pessoas, por meio de anúncios, buscando meios de atingir seus interesses e despertar o desejo pelo produto (MCDONALD, 1999).

Os constantes avanços tecnológicos, principalmente no que se refere às tecnologias de redes sem fio, têm possibilitado a popularização e o uso de dispositivos móveis pessoais a

qualquer hora e lugar. A integração desses dispositivos ao cotidiano das pessoas, como previa Weiser (1991) quando mencionava suas ideias sobre um novo paradigma computacional, chamado Computação Pervasiva, já é uma realidade (FERSCHA, 2012). Dentre os diferenciais que esses dispositivos oferecem para veiculação de anúncios, podem ser destacados:

Personalização: como cada dispositivo pode receber (e transmitir para o consumidor) conteúdos diferentes, é possível difundir anúncios personalizados (DROSSOS; GIAGLIS, 2006);

Alcançabilidade: os dispositivos móveis pessoais já fazem parte do cotidiano de boa parte da população mundial. Isso significa que é possível enviar anúncios para qualquer pessoa que faça parte do público-alvo de uma determinada empresa (HUANG; SYMONDS, 2009);

Mobilidade: a característica de mobilidade desses dispositivos permite que os anúncios estejam acessíveis aos consumidores em qualquer lugar (RESEARCH AND MARKETING, 2008);

Disponibilidade: as pessoas costumam ter seus dispositivos sempre disponíveis. De acordo com uma pesquisa feita pelo grupo Morgan Stanley, 91% das pessoas mantêm seus celulares a menos de 2 metros de distância todo o tempo, em qualquer hora, mesmo ao dormir;

Visibilidade: existe uma grande probabilidade de que uma propaganda veiculada nesses dispositivos seja visualizada pelo consumidor. Por exemplo, ao receber uma mensagem em seu celular, o usuário dedicará algum tempo para saber do que se trata a mesma (KURKOVSKY; HARIHAR, 2006).

Em resumo, a possibilidade de alcançar um grande número de pessoas, em qualquer lugar, a qualquer hora e com conteúdos personalizados faz com que a utilização de dispositivos móveis pessoais para veiculação de anúncios alcance maiores níveis de audiência.

1.2 Contexto Histórico

Devido à grande possibilidade de audiência oferecida pelos dispositivos móveis pessoais, não demorou para fossem usados como canal para veiculação de anúncios. Entretanto, logo percebeu-se que essa utilização foi feita de forma precipitada, pois passou-se a enviar propagandas em massa para os dispositivos pessoais. Assim, essas propagandas foram consideradas *spams* - propagandas indesejadas e sem o consentimento do usuário (FAN, 2011; UYSAL et al., 2012). O grande número de *spams* enviados passou a incomodar as pessoas, culminando com a proibição da veiculação de propagandas em celulares na Europa em 2002, excetuando-se os casos em que o usuário autoriza (BRUNER; KUMAR, 2007).

A partir dessa proibição os pesquisadores começaram a investigar quais os fatores que poderiam reverter essa situação e influenciar os consumidores no sentido de uma atitude positiva em relação ao recebimento de anúncios em seus dispositivos pessoais (TSANG et al., 2004). Esses estudos possibilitam concluir que a tolerância dos usuários aumenta consideravelmente quando os anúncios exibidos têm alguma relação com a *tarefa específica* que está sendo executada (SHANNON; QUIGLEY, 2009).

De acordo com Krumm (2010), os consumidores estão dispostos a receber propagandas em troca de benefícios. Entretanto, os resultados da pesquisas mostram que somente isso não é suficiente. Mesmo ganhando algo em troca, para que o consumidor autorize a veiculação de propagandas em seus dispositivos pessoais é fundamental que os anúncios sejam relevantes. Isso motivou a utilização de informação a respeito do usuário para determinar a relevância dos anúncios, nas áreas em que a tecnologia oferece os recursos necessários para isso (QUANYI; WEI, 2010).

Na área de Propaganda na Internet é comum o uso de informações referentes ao perfil dos usuários para entregar anúncios personalizados (MCCANDLESS, 1998; LINDEN et al., 2003). Assim, é possível entregar anúncios adaptados a cada perfil, conforme mostrado na Figura 1.1(a). Para isso, as técnicas mais utilizadas são a de filtragem colaborativa e filtragem por conteúdo, que estima a relevância do anúncio com base na similaridade entre o anúncio e o perfil do usuário e com base no histórico de itens comprados por outros clientes com perfis similares (BELKIN; CROFT, 1992).

No segmento de Propaganda *Indoor*, ilustrado na Figura 1.1(b), a *Sinalização Digital*

beneficia-se da evolução dos painéis digitais, ou TVs de Parede, para alocar dinamicamente anúncios adequados ao público presente no local onde o painel está instalado (WANT; SCHILLIT, 2012). Por exemplo, se um painel está instalado numa universidade e alunos do curso de Educação Física estão nas proximidades, então é mais adequado que anúncios relacionados a atividades esportivas sejam exibidos (BUBLITZ et al., 2013).

A Propaganda Móvel, que motivou a discussão a respeito da veiculação de anúncios em dispositivos pessoais móveis, se destaca por permitir que o anúncio seja ainda mais personalizado (LEE, 2010), uma vez que é possível usar os dispositivos para coletar uma série de informações, tais como a localização e aplicativos que o usuário costuma utilizar para entregar anúncios personalizados (COURSARIS et al., 2010).

Como pode ser observado na Figura 1.1(d), a Propaganda Pervasiva engloba o que há de melhor em cada uma das formas de veiculação de anúncios aumentando a capacidade de divulgação de anúncios personalizados de acordo com o contexto dos consumidores. Desse modo, a Propaganda Pervasiva permite que os anúncios possam atingir um nível de adaptação ainda maior, por viabilizar a utilização da informação de contexto do usuário.



Figura 1.1: Formas de veiculação de propagandas direcionadas.

Para isso, no escopo da Propaganda Pervasiva, informações relativas ao contexto do con-

sumidor (tais como perfil, histórico, conexões sociais e interesses) são utilizadas para determinar a relevância dos anúncios. Desse modo, é possível selecionar os anúncios mais adequados ao seu contexto, possibilitando a entrega no momento e dispositivo mais oportunos (RANGANATHAN; CAMPBELL, 2002).

1.3 Problemática

A Propaganda Pervasiva pode beneficiar tanto consumidores quanto anunciantes. Os consumidores se beneficiam ao receberem anúncios relevantes e contextualizados, permitindo que identifiquem seus interesses e, por que não, necessidades no produto anunciado (BERNAYS, 1928). Para os anunciantes, a Propaganda Pervasiva viabiliza a entrega de seus anúncios aos consumidores que fazem parte do seu público-alvo, aqueles para quem seus anúncios são relevantes, o que implica no aumento da efetividade da propaganda (CHALMERS; WAKEMAN, 2012).

Contudo, os anunciantes possuem uma série de objetivos a serem alcançados ao iniciar uma campanha publicitária. Esses objetivos estão associados à mensagem a ser comunicada pela propaganda, que visa aumentar as vendas de um determinado produto, fazer com que os consumidores mantenham “viva” a marca da empresa em suas mentes ou promover a imagem da empresa junto aos consumidores. Para que a campanha obtenha o resultado almejado é necessário que a mensagem a ser transmitida alcance um determinado número de consumidores. Assim, a veiculação de anúncios no escopo da Propaganda Pervasiva deve:

- maximizar a *eficiência* da campanha publicitária para os anunciantes;
- maximizar a *relevância* dos anúncios para os consumidores.

O problema é que existe uma relação entre a relevância do anúncio e a quantidade de consumidores que receberão a mensagem, de forma que ao aumentar-se a relevância do anúncio, restringe-se a quantidade total de anúncios veiculados. Conseqüentemente, a busca por anúncios mais relevantes implica na redução da quantidade de anúncios veiculados, comprometendo o resultado da campanha publicitária para o anunciante.

Essa situação revela a existência de um cenário de *conflito entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes*. Ou seja, ao focar na maximização da relevância há

uma diminuição da quantidade e, conseqüentemente, da eficiência da campanha publicitária. Por outro lado, ao aumentar a quantidade de anúncios veiculados, objetivando maximizar a eficiência das campanhas para os anunciantes, há uma conseqüente diminuição da relevância dos anúncios para os consumidores.

Para resolver esse problema, é necessário que haja uma flexibilização dos objetivos dos anunciantes e dos interesses dos consumidores, a fim de alcançar uma situação de equilíbrio na qual os anúncios entregues, mesmo considerando os objetivos dos anunciantes, sejam relevantes para os consumidores.

Diante do exposto, enuncia-se a seguinte questão de pesquisa: *como obter a melhor relação entre os objetivos dos anunciantes e os interesses dos consumidores, considerando que a veiculação de anúncios deve priorizar a relevância dos anúncios veiculados para os consumidores?*

1.4 Estado da Arte

Dentre os problemas enfrentados pela área de Propaganda Pervasiva, pode-se destacar a necessidade de apresentar ao consumidor o anúncio mais relevante no momento e no dispositivo adequado (ERIKSSON; AKESSON, 2008). Nesse sentido, muitos trabalhos utilizam a tecnologia oferecida pela Computação Pervasiva como forma de veicular anúncios que impactem positivamente o consumidor. Para isso, alguns autores focam na utilização da informação de contexto dos consumidores com a finalidade de aumentar a relevância dos anúncios (DAI et al., 2009; MEI; HUA, 2010; BADER et al., 2011). Outros focam em aspectos específicos da informação contextual, tais como a formação de um perfil (LIU; LIU, 2009; ALT et al., 2009; COURSARIS et al., 2010) ou o estudo da localização do consumidor (LEE, 2010; DAO et al., 2012).

O uso da tecnologia para obter informações é importante, pois ao aumentar a relevância associada aos anúncios, aumenta-se a tolerância por parte dos consumidores para receber os anúncios (VATANPARAST, 2007). Principalmente num cenário em que usuários estão cada vez mais “ignorando” anúncios, que se tornam a cada dia mais “agressivos” (SHANNON; QUIGLEY, 2009).

Na área de Sinalização Digital, boa parte dos trabalhos buscam fornecer mecanismos que

permitam a veiculação de anúncios personalizados. Por exemplo, Katoh e Takami (2008) exploram a possibilidade de associar etiquetas RFID aos produtos que o usuário está carregando para veiculação de anúncios de acordo com esses produtos. Strohbach e Martin (2011) fazem uso de câmeras para adaptar o conteúdo exibido nos *displays* de acordo com o nível de atenção dos consumidores aos anúncios exibidos. Nessa área, há também uma tendência de inovação na forma como os anúncios são exibidos e na própria concepção dos *displays*, despertando a curiosidade e o interesse do consumidor pelo próprio dispositivo onde a propaganda é exibida (KOSTAKOS; OJALA, 2013).

Narayanaswami et al. (2008) introduzem o conceito de *pervasive symbiotic advertising*. Termo usado para ilustrar a visão de mundo em que dispositivos computacionais estabelecem uma relação de simbiose. Mais precisamente, os dispositivos pessoais (i.e., celulares e *tablets*) trocam informações entre si e com um *display* para veicular anúncios adaptados ao grupo de pessoas no ambiente. Em (ERBAD et al., 2008), os autores chamam a atenção para a falta de interatividade nos *displays* públicos. Strohbach e Martin (2011) descrevem um protótipo de software que funciona nos termos de *pervasive symbiotic advertising*. Esta linha é adotada também no trabalho de Ferdinando et al. (2009) que mostra como a utilização da tecnologia pervasiva pode ser útil para a adaptação de anúncios ao contexto dos usuários num cenário de sinalização digital.

Percebe-se que nos trabalhos mais recentes há uma tendência em usar as informações provenientes de redes sociais dos consumidores como fonte de informação contextual. Brooks e Cheshire (2012) entrevistaram cerca de 400 usuários do Twitter para analisar a atitude deles frente ao recebimento de propagandas no contexto de Internet e identificaram que os usuários mais familiarizados com a tecnologia são mais tolerantes ao recebimento de anúncios. Seguindo essa linha de raciocínio, Yang et al. (2013) propõem um modelo que associa a capacidade de veiculação de anúncios em dispositivos móveis à familiaridade do usuário com a tecnologia.

No que se refere às necessidades dos anunciantes, Chalmers e Wakeman (2012) argumentam que o aumento na relevância dos anúncios entregues beneficiam os anunciantes e Kim et al. (2012) descrevem um modelo Bayesiano criado para verificar a efetividade dos anúncios veiculados em ambientes de vendas online. Mostafa (2013) atua na linha de redes sociais minerando texto para descobrir qual o sentimento dos consumidores em relação

a marcas conhecidas como NOKIA® e IBM®. Para isso os adjetivos associados à marca foram analisados por meio de métricas quantitativas e qualitativas.

Lukowicz et al. (2012) propõem uma verdadeira revolução na forma como a informação é analisada, considerando a possibilidade de uma computação socialmente ciente, onde o foco está no estudo das interações sociais para determinar as atividades dos usuários e criar sistemas oportunistas.

Diante desse cenário, percebe-se que embora estes trabalhos representem avanços significativos na área de Propaganda Pervasiva, a questão de *como encontrar um equilíbrio entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes* permanece em aberto. Vale ressaltar que tal equilíbrio deve ser obtido ainda considerando requisitos técnicos essenciais da propaganda pervasiva, tais como: segurança, privacidade, não-intrusividade, mecanismos de cobrança do anúncio.

1.5 Hipótese

Para o problema em questão é adotada a hipótese que *por meio de um cenário de negociação entre consumidores e anunciantes é possível satisfazer os requisitos descritos anteriormente e encontrar o equilíbrio desejado*.

Nesse processo de negociação, consumidores e anunciantes fazem propostas e contra-propostas para obter a melhor relação entre os objetivos dos anunciantes e os interesses dos consumidores. Esse cenário remete a uma solução multiagente, que fornece as ferramentas adequadas para tratar com os requisitos de autonomia, comportamento orientado ao objetivo, abstração para interações sociais e negociação (HUHNS et al., 2005).

A ideia básica consiste em utilizar agentes de software para representarem os anunciantes e consumidores (JENNINGS, 2000). A partir desses agentes, que possuem informações a respeito dos objetivos dos comerciantes e do contexto dos consumidores, definem-se protocolos de negociação que podem resultar em acordos entre os agentes.

1.6 Objetivo

Nesta tese, tem-se como objetivo o desenvolvimento de *um modelo de negociação multi-agente que viabilize a distribuição de Propaganda Pervasiva, promovendo o equilíbrio entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes*. Tal equilíbrio deve considerar os aspectos detalhados a seguir:

Nível de satisfação do consumidor: determinar o nível de relevância do anúncio para o consumidor e estabelecer qual é o limiar mínimo de relevância para cada consumidor, implica diretamente numa atitude positiva em relação ao recebimento do anúncio;

Nível de satisfação do anunciante: proporcionar o retorno esperado durante uma campanha publicitária, cumprindo satisfatoriamente as metas estabelecidas para a propaganda, é um dos elementos-chave do modelo;

Obtenção dinâmica e transparente da informação contextual: ser capaz de lidar com a informação de contexto de forma transparente, sem exigir que essa informação seja explicitamente provida é fundamental para determinar a relevância do anúncio sem incomodar o usuário;

Diversidade de dispositivos: a solução proposta deve considerar a diversidade de dispositivos acessíveis ao consumidor no momento de veicular um anúncio, decidindo qual o tipo de mídia (e.g., vídeo, áudio e texto) mais adequada à situação do consumidor e qual o mecanismo de divulgação mais apropriado (e.g., móvel, *indoor*, Internet, etc.);

Mecanismos de Cobrança do Anúncio: é muito importante para a área de propaganda pervasiva que seja desenvolvido um mecanismo eficiente de cobrança dos anúncios. Isso requer que a cobrança seja feita de acordo com a relevância e a forma que anúncio é entregue;

Privacidade: a utilização da informação contextual dos consumidores é um dos grandes diferenciais da Propaganda Pervasiva. Porém isso deve ser feito de forma que não comprometa a privacidade dos dados dos consumidores.

1.7 Relevância

Segundo Krumm (2010), a Propaganda é apontada como uma das áreas mais promissoras da Computação Pervasiva. Primeiro porque a publicidade pode dar o suporte financeiro necessário. Segundo porque boa parte das tarefas necessárias para viabilização da Propaganda Pervasiva são também necessárias para a Computação Pervasiva, tais como: ciência de contexto, autonomia e proatividade.

Com relação ao trabalho desenvolvido nesta tese, o mesmo mostra-se relevante para a área de Propaganda Pervasiva pelas seguintes razões: (i) contempla o requisito de satisfação do anunciante; (ii) contempla o requisito de satisfação dos consumidores; (iii) permite a criação transparente do contexto do usuário; e (iv) contempla os principais requisitos inerentes à área de Propaganda Pervasiva, tais como diversidade de dispositivos, privacidade e mecanismos de cobrança dos anúncios.

Além das contribuições mencionadas acima, o grande diferencial desse trabalho está em proporcionar que anunciantes e consumidores possam, ao mesmo tempo, aproveitar ao máximo dos benefícios oferecidos pela área de Propaganda Pervasiva. Para isso, o equilíbrio entre os objetivos dos anunciantes e interesses dos consumidores é fundamental e o trabalho apresentado nesta tese mostra-se como uma solução eficaz.

Ademais, até onde se tem conhecimento, a abordagem baseada em negociação para a obtenção do equilíbrio entre os objetivos dos anunciantes e os interesses dos consumidores é original, abrindo uma gama de oportunidades de investimento em pesquisa e desenvolvimento na área.

Por fim, este trabalho é parte do projeto PerComp, do Laboratório de Sistemas Embarcados e Computação Pervasiva da Universidade Federal de Campina Grande. Acredita-se que a contribuição direta da pesquisa e seus desdobramentos futuros terão impacto positivo sobre as novas pesquisas na área de Propaganda Pervasiva dentro da instituição.

1.8 Estrutura da Tese

O restante desse documento possui a seguinte estrutura e organização:

- No Capítulo 2 são apresentados os conceitos que formam a fundamentação teórica

- necessária ao entendimento do restante do documento. Esses conceitos incluem: Propaganda e Segmentação de mercado; Sistemas Multiagentes; e Ciência de Contexto em Computação Pervasiva.
- No Capítulo 3 é descrito o modelo multiagente de negociação criado para obter o equilíbrio entre os objetivos dos anunciantes e interesses dos consumidores.
 - No Capítulo 4 é detalhado o modelo de representação da informação contextual em ambientes pervasivos. Esse modelo permite representar de forma estruturada a informação necessária para que aplicações atribuam uma semântica aos dados disponíveis. Semântica essa, fundamental para a comunicação entre os agentes.
 - No Capítulo 5 é apresentado o modelo multiagente para aquisição de informação contextual. Esse modelo permite que a informação contextual seja obtida de forma dinâmica e transparente.
 - No Capítulo 6 são descritos os experimentos realizados pra validar se o modelo de aquisição pode ser aplicado de forma que a relevância do anúncio seja maximizada.
 - No Capítulo 7 é descrito o experimento realizado para validar se o modelo de negociação consegue flexibilizar os interesses dos usuários e objetivos dos anunciantes e obter uma veiculação de anúncios equilibrada.
 - No Capítulo 8 são descritos os trabalhos relacionados. O foco deste capítulo está na descrição de trabalhos que foquem na área de Propaganda Pervasiva, incluindo trabalhos com foco em Propaganda Móvel, Propaganda na Internet e Sinalização Digital; sempre observando como esses trabalhos podem corroborar para a problemática da necessidade de equilíbrio entre objetivos dos anunciantes e interesses dos consumidores.
 - No Capítulo 9 apresentam-se as conclusões e as possibilidades de trabalhos futuros decorrentes desta tese.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste capítulo pretende-se oferecer ao leitor uma visão geral das principais áreas nas quais esse trabalho está fundamentado. O objetivo é permitir que o leitor se familiarize com essas áreas, fornecendo a fundamentação teórica necessária à compreensão da tese.

Inicialmente, é feita uma descrição da área de *marketing*, mais precisamente sobre propaganda e segmentação de mercado. Do ponto de vista de negócio, esta é a área do problema abordado nesta tese. Em seguida detalham-se os conceitos de agentes e sistemas multiagente. Esses conceitos são fundamentais para o entendimento da solução proposta. Por se tratar de uma solução a nível de negociação entre agentes, descrevem-se os principais aspectos envolvidos nesse processo que são a linguagem de comunicação e os mecanismos e estratégias de negociação. Essa negociação baseia-se no fato que os agentes possuem ciência do contexto dos consumidores e dos anunciantes que eles representam.

2.1 Propaganda e Segmentação de Mercado

É muito comum que as pessoas confundam propaganda com *marketing*. Mas o *Marketing* é bem mais abrangente, envolvendo uma série de etapas que vão desde a concepção do produto até a chamada pós-venda, sendo a propaganda apenas uma das etapas desse processo. Este trabalho se insere na etapa da publicidade dentro do *marketing* e no processo de segmentação de mercado, fundamental para escolha do público-alvo de uma propaganda. Por essa razão, esses tópicos representam o foco desta seção, que foi escrita com base nos livros de Kotler e Armstrong (2007) e de McDonald (1999).

2.1.1 Propaganda

Muitos acreditam que propaganda é coisa da modernidade, mas a história mostra que não é bem assim. Os romanos, por exemplo, anunciavam lutas de gladiadores por meio de pinturas em muros. Atualmente as propagandas tomaram uma proporção bem diferente. Empresas investem bilhões anualmente somente com publicidade. Embora a publicidade seja usada principalmente por empresas, existe uma grande quantidade de organizações sem fins lucrativos, profissionais e agências sociais que fazem uso da propaganda para promoverem suas causas aos mais variados públicos. Por exemplo, um dos maiores investidores mundiais em propaganda é uma organização sem fins lucrativos - o governo dos Estados Unidos.

Note que até o momento os termos propaganda e publicidade parecem ter o mesmo significado. Mas, existe uma diferença fundamental: o lucro. Isto é, a publicidade sempre é feita visando o lucro por parte do anunciante, já a propaganda pode ser feita sem visar o lucro. No contexto desse trabalho o termo propaganda engloba ambos os aspectos, ou seja, propaganda trata de qualquer forma paga de apresentação impessoal e promoção de ideias, bens ou serviços por um patrocinador identificado, com ou sem fins lucrativos.

Elementos da Propaganda

Ao iniciar uma campanha publicitária, o gestor de *marketing* precisa levar em consideração os *objetivos* da propaganda, o *orçamento*, a *estratégia* e a *avaliação* da campanha, descritos a seguir:

Objetivos da Propaganda: um *objetivo* de uma propaganda é uma tarefa de comunicação específica que será realizada com um público alvo específico durante um período de tempo definido. Os objetivos da propaganda podem ser classificados de acordo com os seus propósitos primários, sendo eles: informar, persuadir ou lembrar;

Orçamento da Propaganda: o orçamento consiste nos recursos financeiros alocados ao programa de publicidade de um produto ou marca. O orçamento da publicidade de um produto frequentemente está associado ao estágio do ciclo de vida do item anunciado. Por exemplo, produtos novos geralmente precisam de orçamentos maiores para incentivar os consumidores a os provarem;

Estratégia da Propaganda: a estratégia é fundamental para definir como uma empresa espera atingir seus objetivos publicitários, sendo composta por dois elementos principais: a mensagem da propaganda e sua mídia de veiculação. A mensagem consiste na informação que deve ficar na mente dos consumidores, fazendo com que os consumidores acreditem que o produto ou serviço irá trazer os benefícios prometidos. Já a mídia determina quais são os veículos pelos quais as mensagens das propagandas serão entregues ao público alvo pretendido;

Avaliação da Efetividade e Retorno do Investimento Publicitário: é cada vez mais comum que os gestores se questionem: “Como saber que estamos investindo a quantidade certa com propaganda?” e “Qual o retorno que estamos tendo com nosso investimento em propaganda?”. Anunciantes devem avaliar regularmente dois tipos de resultados da publicidade: os efeitos de *comunicação* e os efeitos nas *vendas e lucros*.

2.1.2 Segmentação de Mercado

O mercado é composto de muitos tipos de clientes e produtos, de modo que uma campanha de *marketing* deve determinar quais segmentos oferecem as melhores oportunidades para ambos, ou seja, quais os produtos mais adequados a determinados clientes e vice-versa. Nesse sentido, consumidores podem ser agrupados e servidos de acordo com fatores demográficos, geográficos, comportamentais, entre outros. Esse processo de divisão dos consumidores em grupos distintos de acordo com características, necessidades ou comportamentos é conhecido como segmentação de mercado.

Não há uma única maneira de segmentar um mercado. Cabe à equipe de *marketing* tentar encontrar os segmentos de mercado que melhor se aplicam ao contexto do produto. A seguir descrevem-se os principais segmentos de mercado utilizados pelo *marketing* (LINDON et al., 2009):

Geográfico: Localização física do “alvo”: país, estado, cidade, região, microregião, densidade, etc., onde o mercado é dividido em unidades territoriais, como cidades, conselhos, regiões, bairros, etc. Esta é uma forma muito comum de trabalhar: as grandes empresas que têm forças de vendas, normalmente distribuem regiões específicas

a cada um dos vendedores, independentemente de combinarem este critério com outro. Ainda em termos geográficos, é possível fazer segmentação por zonas climáticas, proximidade ou afastamento do mar e tipo de relevo;

Demográfico: Envolve dividir o mercado com base em características da população. Este critério segmenta os consumidores de acordo com variáveis como: Idade, rendimento, sexo, tamanho da família, religião, escolaridade e ocupação;

Psicográfico: Diz respeito ao comportamento, estilo de vida, personalidade: extrovertido, conservador, impulsivo, tímido, rude etc. A classe social exerce uma profunda influência nas decisões de consumo relativamente a automóveis, vestuário, móveis, lazer, práticas culturais, frequência de lojas e outros locais, etc. O estilo de vida tem a ver com o modo distintivo e característico de fazer as suas escolhas. Os fabricantes de automóveis preocupam-se já com este tipo de segmentação e procuram ter na sua carteira de produtos, quer modelos que privilegiam a segurança e o conforto, quer modelos para quem gosta da vida desportiva e de ar livre, nos quais o conforto e a segurança são vistos de forma completamente diferente, quer ainda os modelos que permitem elevadas performances para os amantes das velocidades;

Comportamental: Classifica as pessoas de acordo com sua disposição para comprar, motivação e atitude. É um critério de segmentação que têm a ver com o comportamento do consumidor perante o produto. Por exemplo, relativamente a um produto existem sempre atitudes diferentes por parte dos potenciais consumidores; assim, existem aqueles que desconhecem o produto, aqueles que apenas conhecem a sua existência, outros que já estão bem informados mas a quem o produto não interessa e os que estão bem informados e a quem o produto interessa, e ainda aqueles que estão desejosos de o adquirir num futuro próximo. Todas estas atitudes podem dar origem a programas de marketing específicos.

Na Tabela 2.1 a seguir, adaptada de (MCDONALD, 1999), são exibidos exemplos das variáveis usadas mais frequentemente para segmentação de mercado.

Tabela 2.1: Principais Variáveis de Segmentação para o Mercado Consumidor.

DEMOGRÁFICOS	
Idade	0-6, 6-11, 12-19, 20-34, 35-49, 50-64, 65+
Sexo	Masculino, Feminino
Família	1 ou 2 pessoas, 3 ou 4 pessoas, 5 pessoas ou mais
Renda	0-\$10,000; \$10,000-\$20,000; \$20,000-\$30,000; \$30,000-\$50,000; \$50,000+
Ocupação	Profissional, técnico, gerente, oficial, vendedor, desempregado, etc.
Educação	Analfabeto, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior, Pós-Graduado
Religião	Católico, Protestante, Judeu, Muçulmano, Hindu, entre outras
Raça	Asiáticos, Hispânicos, Negros, Brancos
Nacionalidade	Norte-Americanos, Sul-Americanos, Britânicos, Franceses, Italianos, Japoneses
PSICOGRÁFICOS	
Classe Social	A1, A2, B1, B2, C1, C2, D, E
Estilo de vida	Realizadores, Esforçados, Sobreviventes
Personalidade	Compulsiva, Autoritária, Ambiciosa
GEOGRÁFICOS	
Região Mundial	América do Norte, Oeste Europeu, Ásia
País	Canadá, Alemanha, China, México, Brasil
Densidade	Urbano, Suburbano, Rural
Clima	Tropical, Subtropical, Equatorial, Mediterrâneo, etc.
COMPORTAMENTAL	
Ocasões	Ocasão Regular; Ocasão Especial
Benefícios	Qualidade, Serviço, Economia, Conveniência, Velocidade
Status do usuário	não-usuário, ex-usuário, usuário em potencial, primeira vez, usuário regular
Lealdade	Nenhuma, Média, Forte, Absoluta
Conhecimento	Não Conhece o Produto, Consciente, Informado, Interessado, Desejoso
Atitude em relação ao produto	Entusiasta, Positiva, Indiferente, Negativo, Hostil

2.2 Sistemas de Recomendação e Filtragem Colaborativa

É muito comum que as pessoas precisem fazer escolhas sem ter tido uma experiência pessoal significativa com os itens que fazem parte das opções. Por exemplo, para escolher um prato num restaurante seria interessante que a pessoa já tivesse provado cada uma das opções do cardápio, para escolher o que mais lhe agrada. Entretanto, em muitos casos é preciso escolher entre itens que nem mesmo se tem conhecimento. Assim, na prática, as pessoas tomam suas decisões com base nas recomendações de outras pessoas. Por exemplo, é muito comum escolher filme ou livro com base nas críticas de revistas e jornais especializados.

Nesse sentido, Sistemas de Recomendação são sistemas com objetivo de auxiliar nesse processo de escolha. Sistemas de recomendação são criados com o propósito de selecionar itens adequados aos interesses dos usuários com base em seus interesses. Os criadores do primeiro sistema de recomendação, cunharam o termo “Filtragem Colaborativa” e muitos autores adotam o termo (RESNICK; VARIAN, 1997). Observe que a propaganda pode ser

considera uma recomendação, ou melhor, um tipo especial de recomendação, onde os possíveis itens a serem recomendados são criados com base nos objetivos dos que pretendem anunciar seus produtos ou ideias.

Atualmente, os sistemas de recomendação são classificados de acordo com o método utilizado para recomendação em dois grandes grupos: *i)* recomendação, ou filtragem colaborativa, baseada no usuário; e *ii)* recomendação, ou filtragem colaborativa, baseada em item. A seguir, descrevem-se esses métodos de recomendação.

2.2.1 Filtragem Colaborativa Baseada no Usuário

Também conhecidos por Recomendação Baseada em Conteúdo, os métodos de filtragem colaborativa baseada no usuário utilizam-se de informações do perfil do usuário para encontrar itens que possuem características que são adequadas a esse perfil. O perfil do usuário é criado a partir da avaliação de outros itens pelo consumidor. Por exemplo, quando um usuário compra um determinado livro, as informações associadas a esse livro são mapeadas para o perfil do usuário. Assim, itens que possuam informações similares a do livro comprado, em conjunto com todos os itens comprados, passam a ser recomendados para o usuário. Ou seja, nesse método, são recomendados itens com base na semelhança com outros itens que ele preferiu.

2.2.2 Filtragem Colaborativa Baseada em Item

No método de filtragem colaborativa baseada em item, a recomendação é feita com base no que pessoas com gostos similares ao do usuário preferiram no passado. Por exemplo, ao recomendar um filme para um usuário em particular, inicialmente o sistema de recomendação agrupa os itens por “pares”. Por exemplo, usuários que compram o item *x* também compram item *y*; assim, dado que um usuário demonstrou interesse por um item *x*, o item *y* passa a ser recomendado.

2.3 Negociação em Sistemas Multiagentes

Para a Inteligência Artificial um agente é “tudo que pode ser considerado capaz de perceber seu ambiente por meio de sensores e de agir sobre esse ambiente por meio de atuadores” (RUSSELL; NORVIG, 2003). Esse conceito é ilustrado na Figura 2.1.

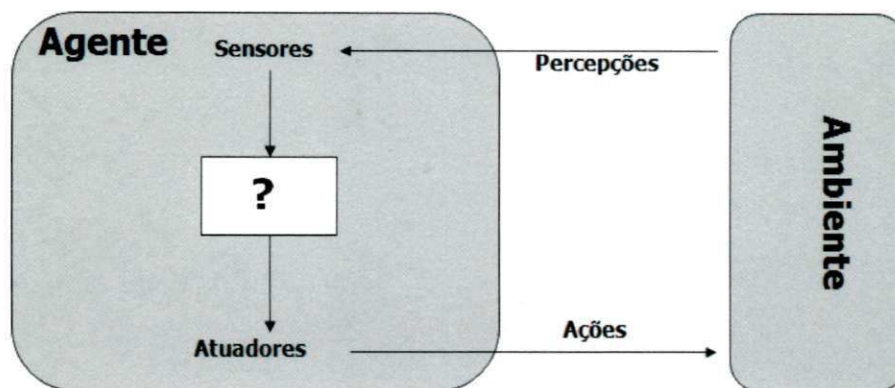


Figura 2.1: Agentes interagem com ambientes por meio de sensores e atuadores.

Agentes são entidades capazes de agir de forma autônoma sobre o ambiente, ou seja, a ação ocorre de forma independente, sem interferências. Entretanto para que o agente possa ser autônomo é necessário que ele “saiba” o que está fazendo. Mas será que mesmo que o agente seja capaz de tomar suas próprias decisões é possível afirmar que ele age de modo inteligente?

Há um consenso entre vários autores de que algo pode ser considerado inteligente se ele é capaz de tomar atitudes inteligentes. No trabalho de Wooldridge e Jennings (1995), além da autonomia são listadas algumas capacidades que um agente deve desenvolver para ser considerado inteligente, a saber:

Reatividade: agentes inteligentes são capazes de perceber o ambiente e responder em tempo hábil às mudanças que ocorrem para satisfazerem seus objetivos;

Proatividade: agentes inteligentes são capazes de tomar iniciativas a fim de alcançarem seus objetivos;

Habilidade Social: agentes inteligentes são capazes de interagir com outros agentes (e possivelmente com humanos) para alcançarem seus objetivos.

Na Figura 2.2 (adaptada de (JENNINGS, 2000)) é possível ver um resumo dessas características. Note que o conceito de *habilidade social* insere no ambiente a percepção de outros agentes. Algo na linha defendida por Lesser (1995), que define sistemas multiagentes como “sistemas computacionais nos quais agentes semiautônomos interagem ou trabalham juntos para executar algum conjunto de tarefas ou satisfazer algum conjunto de objetivos”.

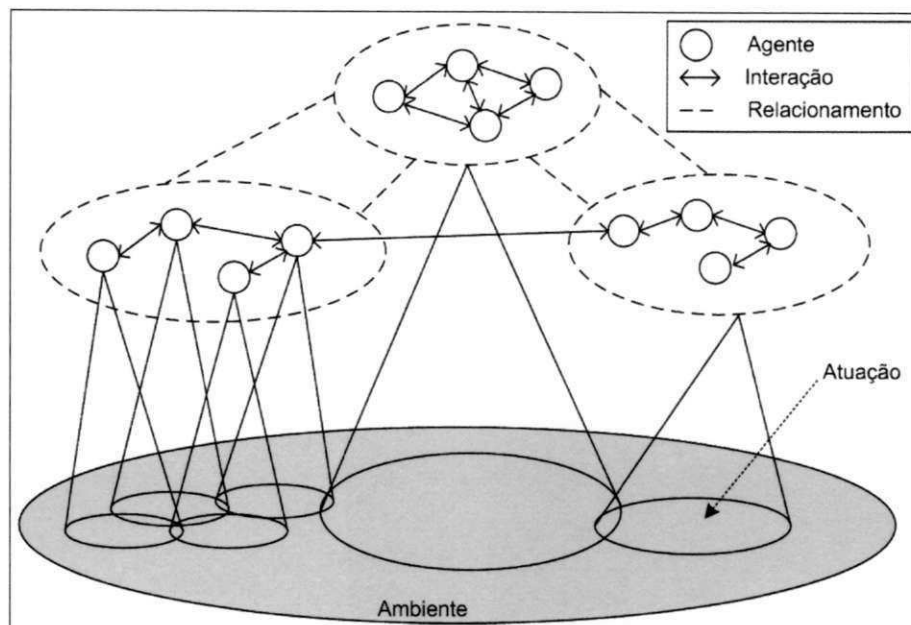


Figura 2.2: Estrutura típica de um sistema multiagente.

Note que esse conceito deixa claro a necessidade de comunicação entre os agentes (FERBER, 1999). Agentes comunicam-se para alcançarem seus objetivos individuais ou da sociedade/sistema do qual eles fazem parte. Um aspecto que merece destaque é o de que os agentes podem não conhecer os objetivos específicos uns dos outros. Neste caso, a comunicação pode permitir que agentes coordenem suas ações e comportamentos, resultando em sistemas mais coerentes (WEISS, 1999).

2.3.1 Coordenação de Agentes Competitivos: Negociação

Os ambientes multiagentes podem ser cooperativos ou competitivos. Neste trabalho, há um interesse especial pelos agentes competitivos, que são os que possuem planos e objetivos conjuntos, ou seja, possuem funções de utilidade conflitantes, competindo com outros agentes. Há um interesse especial, neste trabalho, pelos agentes antagonistas que utilizam a

negociação como forma de coordenação.

Sistemas de comércio eletrônico são os que mais se destacam no desenvolvimento de modelos de negociação automática. O processo de negociação nesses modelos geralmente é composto por agentes com interesses próprios. O cenário mais geral nesses casos é composto por um agente que representa um vendedor e outro representando um cliente. Nesse processo, compradores aumentam suas propostas enquanto que os vendedores diminuem o “preço” do item até que cheguem a um patamar que os permitam fechar um acordo, caso seja possível, conforme mostrado na Figura 2.3, adaptada de (AL-ASHMAWAY; EL-SISI, 2007). Note que esse tipo de cenário é similar ao do que é proposto nesta tese, no qual, em uma analogia ao comércio eletrônico, o consumidor tenta “vender” ao anunciante o espaço para veiculação do anúncio.

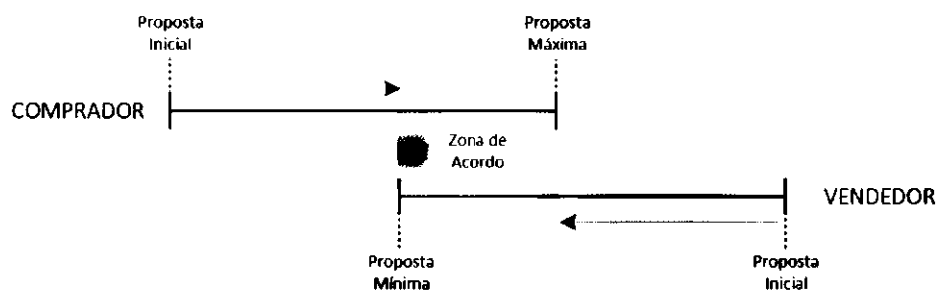


Figura 2.3: Processo de Negociação

O processo de negociação pode ser visto como uma aplicação da teoria da decisão. Isso porque esse processo requer que os participantes, agentes, tomem decisões. Ou seja, as propostas, contra-propostas e concessões que os agentes fazem num esforço para chegarem a um acordo são feitas a partir de suas decisões individuais (KEXING, 2011).

Em Sistemas Multiagentes, uma das abordagens mais utilizadas para negociação é a Teoria dos Jogos. A Teoria dos Jogos é uma teoria matemática que estuda interações entre agentes com interesses próprios (WOOLDRIDGE, 2002). O mecanismo de negociação baseado em Teoria de Jogos configura um processo de negociação iterativo, em que as partes envolvidas trocam propostas e contrapropostas entre si, visando atingir os seus objetivos ao custo mais baixo possível. Embora similar à teoria da decisão, a teoria dos jogos estuda decisões que são tomadas em um ambiente onde vários agentes interagem.

Em qualquer iteração o agente propõe o acordo menos desfavorável para si nesse momento. No caso de não chegar a um acordo a negociação prossegue, sendo que numa nova

iteração os agentes não podem fazer propostas com utilidade superior à da iteração anterior, isto é, ou mantêm a mesma utilidade ou fazem uma concessão, baixando essa utilidade. Ou seja, é um processo iterativo em que cada uma das partes vai cedendo nas suas pretensões (PEREIRA, 2004).

De acordo com Russell e Norvig (2003) existem pelo menos duas maneiras de se utilizar a teoria dos jogos:

1. **Projeto de Agentes:** a teoria dos jogos pode analisar as decisões do agente e calcular a utilidade esperada para cada decisão, sob a hipótese de que os outros agentes estão agindo de forma ótima de acordo com a teoria dos jogos.
2. **Projeto de Mecanismos:** quando um ambiente é habitado por muitos agentes, talvez seja possível definir as regras do ambiente de forma que o bem coletivo de todos os agentes seja maximizado quando cada agente adotar a solução da teoria dos jogos que maximiza sua própria utilidade. O projeto de mecanismos também pode ser usado para construir *sistemas multiagentes* inteligentes que resolvem problemas complexos de modo distribuído, sem a necessidade de cada agente conhecer o problema inteiro a ser resolvido.

Um dos principais elementos da teoria dos jogos é o jogador. Os jogadores são os responsáveis pelas decisões, ou ações, que são escolhidas de acordo com a estratégia, ou política, adotada. Assim, a concepção de um mecanismo de negociação, deve contemplar o Protocolo de Negociação e a Estratégia de Negociação, descritos no decorrer desta seção.

2.3.2 Protocolos de Negociação

As negociações entre agentes devem ser governadas por protocolos (WOOLDRIDGE, 2002). Um protocolo define as “regras de encontro” e como ocorrerão as interações entre os agentes. As principais propriedades que podem ser observadas em um protocolo são (FONSECA, 2000) (WOOLDRIDGE, 2002 apud SANDHOLM, 1999):

Bem estar social: intuitivamente, um protocolo maximiza o bem estar social se ele assegura a saída máxima da soma das utilidades dos participantes da negociação. Constitui portanto uma medida global do benefício obtido por todos os agentes. No entanto, a

sua avaliação é por vezes difícil pois implica a soma de utilidades de diversos agentes que podem ter naturezas completamente diferentes;

Sucesso garantido: um protocolo garante que será bem sucedido se ele assegura que, em algum momento, um contrato será firmado;

Simplicidade: o protocolo de negociação não deverá exigir demais dos agentes tanto em termos de necessidades de computação como de comunicação;

Pareto eficiência: uma negociação é pareto eficiente se não existir outra solução onde pelo menos um agente é melhor sem que nenhum outro agente piore;

Racionalidade individual: um protocolo é individualmente racional se a participação nele for individualmente racional para todos os agentes. Somente mecanismos individualmente racionais são viáveis, ou seja, se a negociação não é individualmente racional para algum agente, ele não deverá participar desta negociação, pois seria conflitante com seus interesses;

Estabilidade: entre agentes com interesses próprios os mecanismos devem ser projetados para serem estáveis (não manipuláveis). Isto é, eles devem ser motivados a agir da maneira desejada. Isto ocorre porque se para um agente com interesses próprios for melhor agir de uma maneira diferente da desejada, ele vai agir dessa forma.

Existem diversos protocolos para negociação, dentre os quais destacam-se os baseados em Leilões e em Redes de Contrato, descrito nas seções a seguir.

Leilões

O uso de Leilões no processo de negociação entre agentes é bastante popular. O funcionamento dos leilões nos modelos multiagentes é similar aos leilões tradicionais. De um modo geral, um leilão necessita de pelo menos dois tipos de participantes: o *leiloeiro* e os *licitantes*.

O objetivo geral de um leilão é alocar um bem ou serviço para algum licitante. Na maior parte dos leilões o leiloeiro deseja maximizar o preço pelo qual o bem é alocado, enquanto os licitantes desejam minimizar o preço. Dentre os principais protocolos de leilão existentes, destacam-se (FONSECA, 2000):

Leilão Inglês: No leilão Inglês as ofertas são públicas, sendo os compradores livres para efetuar novas ofertas, desde que superiores à última efetuada, sempre que o desejem. O leilão termina quando não haja mais ofertas, sendo declarado vencedor aquele que efetuou a melhor proposta. O artigo é então entregue ao vencedor pelo valor da sua oferta;

Venda à melhor oferta: Leilão onde os licitadores fazem uma única oferta, que apenas é revelada ao leiloeiro. A venda é efetuada pelo valor da melhor oferta ao agente que efetuou essa oferta. Normalmente, para o cálculo da sua proposta os compradores levam em conta não só a sua própria avaliação como também o seu conhecimento *a priori* das propostas efetuadas pelos outros agentes;

Leilão descendente: Neste tipo de leilão o leiloeiro baixa sucessivamente o preço do artigo até que um dos licitadores se ofereça para comprá-lo por esse preço. Este tipo de leilão tem como vantagem principal a grande rapidez com que pode ser efetuado, pois o ritmo é ditado pelo leiloeiro e não pelos licitadores;

Leilão de Vickrey: tal como no leilão de venda à melhor oferta, no leilão de *Vickrey* cada agente efetua uma oferta sem conhecimento das ofertas dos seus concorrentes. O artigo é vendido ao licitador que efetuou a oferta mais elevada, mas pelo valor da segunda melhor oferta. Neste tipo de leilões a estratégia dominante é a oferta da verdadeira avaliação do produto. Isto deve-se a que, se um agente oferece um valor superior ao que o produto tem para ele, de modo a ultrapassar as outras ofertas, este corre o risco de adquirir o produto com prejuízo pois a segunda melhor proposta pode ser superior ao seu valor máximo. Por outro lado, se oferecer menos do que a sua avaliação própria, apenas diminui as chances de adquiri-lo sem que isso sequer se reflita no preço a pagar, pois esse é determinado pela segunda melhor oferta.

Redes de Contrato

O protocolo de Redes de Contrato foi inicialmente criado para solução de problemas cooperativos, ou seja, o protocolo inicial não se aplica a agentes com interesses próprios. O seu funcionamento baseia-se na existência de dois agentes principais: o *Consumidor* e o *Fornecedor*, sendo possível que agentes possam atuar em papéis diferentes dependendo de sua

necessidade. O processo é composto de quatro etapas principais ilustradas na Figura 2.4, adaptada de (WOOLDRIDGE, 2002):

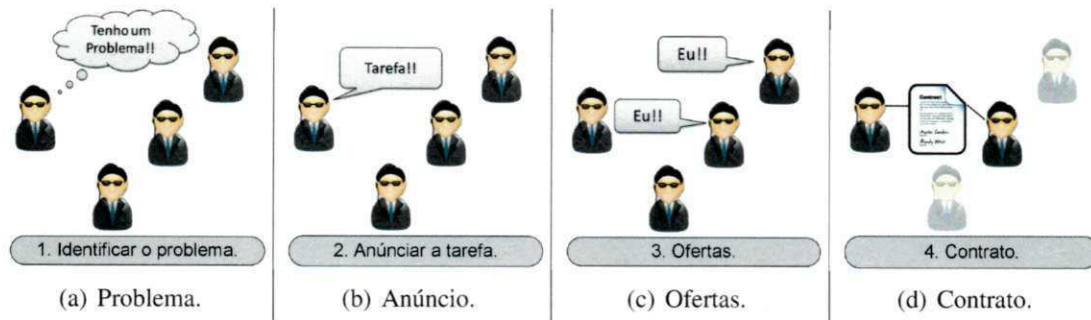


Figura 2.4: Protocolo de Redes de Contrato.

1. Problema: a primeira etapa consiste na detecção do problema e na divisão deste em tarefas, ou subproblemas (Figura 2.4(a));
2. Anúncio: a segunda etapa do protocolo consiste no anúncio da tarefa a ser realizada pelo detentor do problema (Figura 2.4(b));
3. Ofertas: na etapa de ofertas, os agentes capacitados e interessados em resolver a tarefa fazem suas propostas com as condições para a resolução da mesma (Figura 2.4(c));
4. Contrato: nesta etapa o agente seleciona a melhor oferta e um contrato entre o consumidor e o fornecedor é estabelecido (Figura 2.4(d)).

2.3.3 Estratégias de Negociação

As Estratégias de Negociação são usadas geralmente para o estabelecimento de preços em mercados (cenário de negociação). Pereira (2004) descreve as principais estratégias dinâmicas para definição de preços, conforme a seguir:

Goal-Directed: é uma estratégia que se aplica a mercados finitos, em que o objetivo é garantir que todo o estoque disponível seja vendido até o último instante em que é possível negociar, mas não antes. Os preços são ajustados de modo a baixarem quando a procura é pouca e subirem na maior procura. Com esta estratégia, à medida que se aproxima o fim da negociação são feitas alterações mais acentuadas ao preço;

Myopically optimal: Trata-se de uma estratégia que usa o conhecimento sobre as características de procura dos compradores, bem como sobre os preços praticados pelos competidores, mas que não leva em consideração o comportamento estratégico desses competidores. Ou seja, assume que o preço praticado pelos competidores se mantém fixo. É então, com base nesse conhecimento, que é feita uma pesquisa exaustiva de qual o preço que maximiza o lucro esperado;

Derivative-Following: Esta estratégia pode ser usada na ausência de conhecimento sobre o comportamento dos competidores e sobre a procura de determinado item. Trata-se de uma estratégia em que os preços são alterados com base no lucro obtido anteriormente. Sempre que a alteração, aumento ou diminuição, feita ao preço se repercutir num aumento do lucro, a alteração mantém o mesmo sentido (continua a aumentar ou diminuir), caso contrário altera o sentido (passa a diminuir o preço se o tinha aumentado e a aumentá-lo se o tinha diminuído anteriormente);

Zero-Intelligence-Plus: Esta estratégia foi proposta para mercados cujo mecanismo de negociação é o leilão duplo contínuo. Nesta estratégia os agentes usam informação do mercado para ajustar a sua margem de lucro. Os agentes alteram a margem de lucro com base no preço que propuseram, se a sua proposta foi ou não aceita, e qual foi o preço da última transação efetuada no mercado. Inicialmente os agentes licitam no sentido de obterem um elevado lucro, ajustando depois as suas licitações no sentido das transações que vão sendo estabelecidas.

2.3.4 Linguagens de Comunicação

Toda comunicação entre agentes deve compartilhar de uma linguagem. A seguir, são descritas as principais linguagens utilizadas em sistemas multiagentes.

Atos da Fala (*Speech Acts*)

Seres humanos comunicam-se por meio das linguagens naturais, tais como português e inglês. Diferentemente das linguagens formais, como Java, C++ e Lógica de primeira ordem, que possuem definições matemáticas rígidas, as linguagens naturais não possuem definições

rígidas. Mesmo assim, a linguagem natural pode ser usada para modelar a comunicação entre agentes. A *teoria dos atos da fala*, proposta por John Langshaw Austin em *How to Do Things with Words*, é usada neste sentido (WOOLDRIDGE, 2002).

A teoria dos atos da fala expressa que a linguagem natural pode ser usada para denotar ações (e.g., requisições, sugestões, compromissos e respostas), ou seja, “todo dizer é um fazer”. Austin conseguiu estabelecer três aspectos dos atos da fala: *o ato locutório*: emissão de palavras em uma estrutura sintática; *o ato ilocutório*: o significado pretendido do enunciado; e *o ato perlocutório*: o efeito, ou ação decorrente do ato.

Por exemplo, Alice fala para Bob: “por favor, abra a porta!” (i.e., ato locutório). O intuito da mensagem de Alice é uma requisição, ou comando (i.e., ato ilocutório). Caso tudo corra bem, a porta será aberta (i.e., ato perlocutório).

Uma das dificuldades em lidar com a linguagem natural, é que o intuito da mensagem nem sempre é identificado. Por exemplo, se Ted falar: “estou com frio.”, isto pode ser visto como uma afirmação (sem pretensão de produzir efeitos), como uma requisição por um casaco ou uma demanda para aumento na temperatura de algum ambiente. Na comunicação entre humanos esse tipo de mensagem é aceitável, entretanto esse tipo de ambiguidade deve ser evitado na comunicação entre agentes.

Knowledge Query and Manipulation Language - KQML

Com o propósito de desenvolver protocolos para a troca de conhecimento entre sistemas de informação autônomos o *Knowledge Sharing Effort* (KSE) foi fundado. Dentre as contribuições deste grupo, destacam-se as linguagens KQML e KIF.

KQML é uma linguagem para comunicação entre agentes. Ela define um “envelope” para mensagens, no qual um agente declara explicitamente a intenção da força ilocutória da mensagem. De um modo geral, KQML define um formato universal para as mensagens. Cada mensagem possui uma *performativa* e alguns *parâmetros* - em uma comparação com o modelo orientado a objetos, pode-se dizer que a performativa é a classe da mensagem e os parâmetros seriam os atributos desta mensagem. A seguir é descrito um exemplo de mensagem KQML:

```
(ask-one
:content (PRICE IBM ?price)
```

```
:receiver stock-server
:language LPROLOG
:ontology NYSE-TICKS
)
```

Na mensagem acima, a performativa é *ask-one*, o conteúdo é `(PRICE IBM ?price)`, o receptor da mensagem é um servidor identificado como *stock-server*, a linguagem usada na consulta é *LPROLOG*. O significado intuitivo da mensagem é que o remetente está perguntando sobre o preço de um IBM ao estoque.

As performativas giram em torno de bases de conhecimento, ou seja, as trocas de mensagens estão normalmente associadas com o conhecimento contido numa Base de Conhecimento Virtual (VKB - *Virtual Knowledge Base*) do agente, que não precisa ser estruturada como uma base de conhecimento real e nem sequer explicitada (WEISS, 1999).

Knowledge Interchange Format - KIF

KIF foi designada inicialmente para o conteúdo das mensagens KQML. KIF é uma linguagem intencionada para permitir representação do conhecimento sobre algum domínio. Baseada na lógica de primeira ordem e com uma notação similar a da linguagem LISP, KIF permite que agentes sejam capazes de expressar: (i) propriedades das coisas em um domínio, por exemplo, *'Ted é vegetariano'* expressa que Ted possui a propriedade de ser um vegetariano; (ii) relacionamentos entre coisas em um domínio, por exemplo, *'Bob e Carol são casados'* expressa que existe um relacionamento de casamento entre Bob e Carol; e propriedades gerais de um domínio, por exemplo, *'todo mundo tem uma mãe'*.

Para expressar tais propriedades, KIF possui uma série de conectivos oriundos da lógica de primeira ordem, tais como os operadores booleanos (*and*, *or* e *not*) e os quantificadores existencial e universal (*exists* e *forall*). Além disso, KIF fornece um vocabulário de objetos e algumas funções e relações para esses objetos tais como *less than* e a função *addition*.

Outra característica marcante é a notação usada para manipulação de objetos (semelhante à LISP) que permite definir objetos e relacionamentos. Por exemplo, a expressão a seguir é usada para informar que a temperatura de M1 é de 83 graus Celsius:

```
(= (temperature M1) (scalar 83 Celsius))
```

Para esta expressão = é usado para relacionar dois objetos do domínio. `temperature` é uma função que recebe um único argumento (`M1`) e `scalar` é uma função que recebe dois argumentos. A relação = é definida pela própria linguagem KIF, enquanto que as funções `temperature` e `scalar` devem ser definidas.

No exemplo abaixo, descreve-se que um objeto é solteiro se ele é homem e não é casado:

```
(defrelation bachelor (?x) :=  
  (and (man ?x)  
        (not (married ?x))))
```

Neste exemplo, `?x` é uma variável; `man` e `married` são funções com um único argumento e o símbolo `:=` significa “é, por definição”. A seguir, mais um exemplo que mostra como relacionamentos entre indivíduos em um domínio podem ser expressos, onde tem-se que todo objeto que é uma pessoa também possui a propriedade de ser mamífero:

```
(defrelation person (?x) :=> mammal (?x))
```

Neste caso, `person` e `mammal` são relações que possuem apenas um parâmetro.

A linguagem FIPA

Desde sua criação, em 1996, a FIPA (FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS) vem trabalhando na organização de padrões para os agentes e sistemas multiagentes, tendo sido oficialmente aceita pelo IEEE como participante de seu comitê de padrões em 08 de junho de 2005 (FIPA, 2011). Especificações FIPA representam um conjunto de normas que se destinam a promover a interação dos agentes heterogêneos e os serviços que eles podem representar.

Várias são as especificações padronizadas pela FIPA. Estas especificações estão agrupadas em várias categorias, tais como comunicação de agentes, gerenciamento de agentes, transporte de mensagens de agentes, arquitetura abstrata e aplicações baseadas em agentes. Destas categorias, a comunicação entre agentes é a categoria central do modelo de sistema multiagente proposto pela FIPA.

Dentre as especificações para comunicação entre agentes desenvolvidas pela FIPA, uma das mais importantes é sua linguagem, a saber FIPA-ACL. As mensagens do padrão FIPA-ACL são parecidas com as mensagens KQML. Isso porque elas usam o conceito de *perfor-*

mativas (tais como *inform*) para definir a interpretação pretendida da mensagem. Além disso, a sintaxe da mensagem também é muito semelhante à da mensagem KQML. As Listagens de Código 2.1 e 2.2 ilustram o exemplo onde o agente *A_i* pergunta (*query-if*) ao agente *A_j* se ele está registrado no domínio *Dom₁* e na sequência o agente *A_j* responde (*inform*) que não está registrado:

Código Fonte 2.1: Mensagem FIPA-ACL utilizando o ato performativo *query-if*.

```
(query-if
  :sender (agent-identifier :name Ai)
  :receiver (set (agent-identifier :name Aj))
  :content "((registered (server Dom1) (agent Aj)))"
  :reply-with r09
)
```

Código Fonte 2.2: Mensagem FIPA-ACL utilizando o ato performativo *inform*

```
(inform
  :sender (agent-identifier :name Aj)
  :receiver (set (agent-identifier :name Ai))
  :content "((not (registered (server Dom1) (agent Aj))))"
  :in-reply-to r09
)
```

Como pode ser notado, existe muita semelhança entre a linguagem FIPA-ACL e KQML. A diferença mais importante entre essas linguagens está no conjunto de performativas que elas utilizam (WOOLDRIDGE, 2002). Na Tabela 2.2, são mostrados os parâmetros das mensagens FIPA-ACL.

2.4 Ciência de Contexto em Computação Pervasiva

Estar ciente do contexto é algo intuitivo para os seres humanos. As pessoas geralmente usam o contexto ao seu redor para tomar decisões. Por exemplo, quando uma pessoa entra em um teatro para assistir a uma peça, ela normalmente evita falar alto para não prejudicar a audiência das demais pessoas. Entretanto, fazer com que uma aplicação computacional esteja ciente do contexto não é uma tarefa simples.

Tabela 2.2: Parâmetros das mensagens FIPA-ACL.

TIPO DO ATO COMUNICATIVO	
performative	Denota o tipo do ato comunicativo da mensagem.
PARTICIPANTES DA COMUNICAÇÃO	
sender	Identifica o emissor da mensagem.
receiver	Identifica o receptor da mensagem.
reply-to	Indica que as próximas mensagens dessa conversação deverão ser enviadas para o agente indicado pelo parâmetro <i>reply-to</i> .
CONTEÚDO DE MENSAGEM	
content	Conteúdo ou conhecimento transportado pela mensagem.
DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO	
language	É a linguagem no qual o conhecimento está expresso.
encoding	Apona a codificação utilizada na expressão da linguagem.
ontology	Indica a ontologia utilizada para dar significado à mensagem.
CONTROLE DE CONVERSAÇÃO	
protocol	Denota o protocolo de interação utilizado.
conversation-id	Identificador da conversação em andamento.
reply-with	Identificador que será usado pelo agente que responderá a essa mensagem.
in-reply-to	É a expressão que referencia a mensagem à qual se está respondendo.
reply-by	Explicita um tempo máximo durante o qual o agente emissor estará esperando por uma resposta a esta mensagem.

Para fazer uma correlação, considere que uma pessoa portando um dispositivo (e.g., celular) entre em um teatro. Neste cenário, seria interessante que o modo de funcionamento deste dispositivo fosse alterado para atuar automaticamente num modo silencioso, evitando prejudicar a audiência. Isso requer que a aplicação seja capaz de adquirir e interpretar a informação contextual, “percebendo” que o usuário está num teatro e adaptando-se à situação. Neste sentido, Mostéfaoui et al. (2004) definem três etapas com a finalidade de fazer com que uma aplicação esteja ciente do contexto, as quais estão descritas a seguir.

2.4.1 Obtenção da Informação Contextual

Esta etapa consiste em adquirir as informações de contexto presentes no ambiente, podendo esta informação ser classificada segundo a forma como ela é obtida, em:

Provida: informação que é explicitamente fornecida à aplicação. Por exemplo, os dados cadastrais de um usuário que podem ser diretamente fornecidos à aplicação por meio de um formulário;

Sentida: a informação sentida é aquela que pode ser adquirida diretamente por meio de sensores tais como temperatura e nível de ruído;

Derivada: este é o tipo de informação que pode ser obtida em tempo de execução. Por exemplo, é possível saber em qual cidade um usuário está com base na informação do *GPS* de um dispositivo que esteja sendo usado pelo mesmo.

Embora pareça simples, esta etapa de aquisição requer que o desenvolvedor seja capaz de fornecer à sua aplicação a capacidade de lidar com uma grande variedade de sensores e dispositivos, ou seja, o desenvolvedor terá que lidar com uma grande quantidade de tecnologias para contornar a heterogeneidade existente. Além disso, essa informação pode possuir algum nível de imprecisão, seja devido a ruídos oriundos dos sensores, seja por meio de algum nível de incerteza oriunda da derivação. Tudo isso sem mencionar a possibilidade de informações conflitantes - dada a possibilidade de obter uma mesma informação de fontes distintas - e a necessidade de lidar com um tipo de dado de natureza dinâmica - dado que o contexto se altera constantemente.

2.4.2 Representação da Informação Contextual

Esta atividade consiste em prover um alto nível de abstração à informação de contexto, permitindo que as aplicações possam “entendê-la”. Uma vez definida a abstração utilizada para representar a informação, é possível que essa informação seja utilizada por diversas aplicações, podendo inclusive ser compartilhada pelas mesmas. Devido às características de dinamicidade e heterogeneidade dos ambientes pervasivos, o formato adotado para descrever essa informação deve seguir alguns critérios, demonstrados no trabalho de Held et al. (2002) e descritos a seguir:

Estruturada: esta é uma característica importante no sentido de viabilizar a possibilidade de filtrar ou extrair eficientemente a informação do contexto que é relevante para a aplicação. Além disso, reduz a possibilidade de ambiguidade de atributos;

Intercambiável: muitas vezes, informação contextual precisa ser trocada entre as aplicações, bem como entre os diferentes componentes da própria aplicação;

Composta/Decomposta: compor/decompor informação do contexto é muito útil para prover manutenção de forma distribuída. Por exemplo, no caso de uma atualização da informação de contexto, pode ser enviada apenas aquela parte da informação que

foi modificada, evitando que seja enviada novamente toda a informação do contexto de diferentes fontes;

Extensível: este é um conceito fundamental para a representação da informação, pois permite que a qualquer momento sejam adicionados novos parâmetros, visto que não há um conjunto de atributos que seja identificado hoje e sirva para todas as futuras aplicações.

Padronizada: como a informação pode vir de diferentes entidades, é fundamental que a informação seja representada de forma padronizada.

2.4.3 Raciocínio sobre a Informação Contextual

Esta etapa consiste em extrair o significado da informação para retornar serviços relevantes para o usuário. Isso ressalva a importância desta etapa, uma vez que o objetivo da criação de aplicações cientes de contexto é justamente o provimento de informações relevantes ao usuário. Os mecanismos de inferência que serão usados pelas aplicações dependem diretamente de suas necessidades e do formato no qual a informação contextual está representado.

2.5 Uso de Ontologias em Computação Pervasiva

Ontologias tem sido largamente utilizadas em áreas como gerenciamento de conteúdo e conhecimento, comércio eletrônico e Web semântica. Atualmente, a comunidade científica tem apontado o uso de ontologias para lidar com alguns dos principais desafios relacionados à construção de ambientes pervasivos.

De um modo geral, ontologias têm sido usadas para descrever ambientes pervasivos. Estas ontologias comumente descrevem entidades envolvidas em ambientes pervasivos e suas respectivas propriedades. Elas definem principalmente os diferentes tipos de aplicações, serviços, dispositivos, usuários, entre outros. Além disso, estas ontologias definem descrições padrões para localização, atividades, informação sobre temperatura, etc.

O uso destas ontologias em um ambiente pervasivo permite (RANGANATHAN; CAMPBELL, 2003): verificar se a descrição das diferentes entidades é consistente com os axiomas

definidos pela ontologia; habilitar a descoberta semântica de entidades; que os desenvolvedores tenham um melhor entendimento do ambiente e como diferentes conceitos se relacionam uns com os outros; que tanto humanos quanto agentes automatizados executem buscas eficientemente; facilitar a interação entre agentes de software e humanos; que novas entidades (que podem pertencer a diferentes ontologias) interajam com o sistemas como um todo.

Ontologias estão intimamente relacionadas com a linguagem usada para representá-las. Atualmente, existem algumas linguagens com esse propósito. No decorrer desta seção, é apresentada uma visão geral sobre as principais linguagens, assim como das ontologias de cada linguagem.

2.5.1 RDF

RDF¹ (*Resource Description Framework*) é uma linguagem de propósito geral para representar informação na Internet que baseia-se na ideia de identificar coisas por meio de identificadores Web: os URIs (*Uniform Resource Identifier*). URIs são cadeias de caracteres utilizadas para identificar recursos na Web, como páginas, serviços, documentos, etc. Além dos identificadores Web (URIs), esta linguagem descreve recursos em termos de simples propriedades e valores. Isto permite que RDF represente recursos sob a forma de expressões sujeito-predicado-objeto:

RDF é um tipo de rede semântica parecida, em termos de linguagem, com o Modelo Relacional (SOWA, 1992). Isto implica que RDF é uma forma de representação de conhecimento que possui semântica auto-contida e oferece uma grande liberdade para criação de extensões personalizadas.

2.5.2 RDF Schema

RDF Schema (RDFS) é uma linguagem para representação de conhecimento que baseia-se no conceito de *Frames*. Ela tem sido usada para aumentar a expressividade de RDF, dispondo assim de um melhor suporte à definição e classificação. Este modelo organiza o conhecimento utilizando-se de herança e de construtores de ontologias, a saber: *frames*, *slots* e *facetas*. Os *frames* são organizados em rede, significando que quando qualquer um deles for

¹<http://www.w3.org/RDF/>

acessado, ligações com outros quaisquer, potencialmente importantes, estarão disponíveis, podendo ser visto como uma “unidade de conhecimento” auto-suficiente. Um *frame* é uma descrição de um objeto complexo identificado por um nome e um conjunto de *slots*. Cada *slot* possui um nome único para o *frame* em que está definido, consistindo de um conjunto de *facetas* (atributos) de valores particulares. Sistemas baseados em *frames* permitem que os usuários representem o mundo com diferentes níveis de abstração, com ênfase sobre as entidades.

RDFs dispõe de construtores de ontologias que tornam as relações menos dependentes de conceitos: usuários podem definir relações como uma instância de *rdf:Property*, descrever relações de herança como *rdfs:subPropertyOf* e então associar relações definidas com classes usando *rdfs:domain* ou *rdfs:range* (DING et al., 2005).

2.5.3 OWL

A OWL (*Web Ontology Language*) é uma linguagem usada para definir e instanciar ontologias na Web. Ela foi projetada para disponibilizar uma forma comum para o processamento de conteúdo semântico da informação na Web. OWL é baseada em XML sendo considerada uma evolução da RDFs. Nela, a informação pode ser facilmente trocada entre diferentes tipos de computadores usando diferentes sistemas operacionais e linguagens de programação. Por ter sido projetada para ser lida por aplicações computacionais, algumas vezes considera-se que a linguagem não possa ser facilmente lida por humanos, porém esta é uma questão que pode ser resolvida utilizando-se de ferramentas adequadas.

OWL possui três sub-linguagens (algumas vezes também chamadas de “espécies”): *OWL Lite*, *OWL DL* e *OWL Full*². Estas três sub-linguagens possuem nível crescente de expressividade, e foram projetadas para uso por comunidades específicas de programadores e usuários.

OWL Lite: dá suporte aqueles usuários que necessitam principalmente de uma classificação hierárquica e restrições simples. Por exemplo, embora suporte restrições de cardinalidade, ela só permite valores de cardinalidade 0 ou 1. É mais simples fornecer ferramentas que suportem *OWL Lite* que seus parentes mais expressivos, e ela também permite um caminho de migração mais rápido entre dicionários e outras taxonomias;

²<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/#s1.3>

OWL DL suporta aqueles usuários que querem a máxima expressividade, enquanto mantém a computabilidade (garante-se que todas as conclusões sejam computáveis) e decidibilidade (todas as computações terminarão em tempo finito). *OWL DL* inclui todas as construções da linguagem OWL, porém elas somente podem ser usadas com algumas restrições. Por exemplo, embora uma classe possa ser subclasse de muitas classes, uma classe não pode ser instância de outra classe. *OWL DL* é assim chamada devido a sua correspondência com as lógicas de descrição, um campo de pesquisa que estudou a lógica que forma a base formal da OWL;

OWL Full é direcionada àqueles usuários que querem a máxima expressividade e a liberdade sintática do RDF sem nenhuma garantia computacional. Por exemplo, em *OWL Full* uma classe pode ser tratada simultaneamente como uma coleção de indivíduos e como um único indivíduo. *OWL Full* permite que uma ontologia aumente o vocabulário pré-definido de RDF ou OWL.

2.6 Considerações

Neste capítulo apresentou-se uma visão geral dos principais temas em que esta tese está fundamentada. Inicialmente foram exibidos os conceitos relacionados aos elementos que compõem a propaganda, tais como objetivo e estratégia. Esses conceitos são importantes para entender que a propaganda é feita com um propósito específico junto ao seu público-alvo, que é classificado de acordo com a teoria de segmentação de mercado.

A solução adotada nesta tese, para resolver o empasse declarado na problemática, consiste em um modelo de negociação multiagente. A escolha por essa formalismo foi motivada pelo alto nível de abstração oferecido, que permite lidar com abstrações sociais complexas, incluindo a abstração dos anunciantes, consumidores, suas intenções e interações. Ou seja, a abstração multiagente permite aplicar o conceito de negociação diretamente a anunciantes e consumidores.

Para que os agentes possam negociar é necessário que eles possuam um vocabulário que os permitam estabelecer uma comunicação não ambígua e atribuir uma semântica às informações dos anunciante e consumidores. Para isso, optou-se pelo uso de ontologias.

Capítulo 3

Modelo de Negociação Multiagente

Neste capítulo apresenta-se o modelo de negociação criado para promover o equilíbrio entre os objetivos dos anunciantes e interesses dos consumidores. Inicialmente, é feita uma formalização do problema em questão, abordando os conceitos de relevância para o consumidor, eficiência para o anunciantes e como atingir um equilíbrio entre essas variáveis. Em seguida, focaliza-se na identificação dos agentes que fazem parte do modelo. Por fim, descreve-se o modelo de negociação.

3.1 Formalização do Problema

O problema em questão consiste em encontrar o equilíbrio entre a maximização da relevância e a maximização da eficiência dos anúncios, com a restrição de que a relevância dos anúncios não pode ter reduções significativas. A seguir, descreve-se formalmente cada uma das etapas necessárias para formalização do problema em questão, são elas: (i) maximizar a relevância dos anúncios para os consumidores; (ii) maximizar a eficiência dos anúncios considerando os objetivos dos anunciantes; e (iii) equilibrar relevância e eficiência.

No decorrer desta seção a notação de conjuntos é usada para representar os anúncios e os consumidores, expressos por:

- $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{|C|}\}$, o conjunto de consumidores;
- $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{|A|}\}$, o conjunto de anúncios. Para simplificar o entendimento, o anunciante foi omitido.

3.1.1 Maximizar a Relevância

A primeira parte do problema consiste em encontrar os anúncios mais relevantes para um determinado consumidor. A relevância do anúncio pode ser medida com base em critérios como a similaridade entre o anúncio e o perfil do consumidor e a quantidade de anúncios que o consumidor já recebeu num determinado período de tempo.

A relevância do anúncio para o consumidor é expressa como uma função que retorna um número real, apresentada por:

$$\Gamma : A \times C \rightarrow \mathbb{R}$$

Dessa forma, para cada consumidor $c \in C$ é preciso encontrar o subconjunto de anúncios $A_{MAX} \subseteq A$ que maximize a relevância dos anúncios veiculados, expresso por:

$$\forall c \in C, \arg \max_{A_{MAX} \subseteq A} \Gamma(a, c), \quad (3.1)$$

onde $\arg \max_x f(x)$ é a função que retorna o conjunto de valores de x para o qual $f(x)$ atinge o seu valor maior.

3.1.2 Maximizar a Eficiência

Para o anunciante a eficiência é a medida que indica o quanto a entrega do anúncio para um conjunto de consumidores é condizente com seus objetivos. A eficiência da veiculação do anúncio pode ser calculada com base na quantidade de anúncios que restam para serem entregues e o tempo restante para o término da campanha. Formalmente, essa medida é expressa por uma função que recebe como entrada um anúncio e um consumidor e retorna um número real:

$$\eta : C \times A \rightarrow \mathbb{R}$$

Sendo assim, para cada anúncio $a \in A$ é preciso encontrar o subconjunto de consumidores $C_{MAX} \subseteq C$ que maximize a eficiência da campanha publicitária, como segue:

$$\forall a \in A, \arg \max_{C_{MAX} \subseteq C} \eta(c, a); \quad (3.2)$$

Equilibrar Relevância e Eficiência

Até o momento foram descritas as equações que representam os interesses dos consumidores (Equação 3.1) e os objetivos dos anunciantes (Equação 3.2). O problema consiste em encontrar um equilíbrio entre essas duas equações. Para isso, descreve-se o problema em termos da *média harmônica* entre os valores da eficiência (η) e da relevância (Γ) obtidos.

Desse modo, formaliza-se o problema como segue:

Encontrar a situação de equilíbrio entre a relevância dos anúncios para os consumidores e a eficiência para os anunciantes:

$$\forall c \in C, \arg \max_{A_{EQ} \subseteq A} \frac{\Gamma(a, c) \cdot \eta(c, a)}{\left(\frac{\Gamma(a, c) + \eta(c, a)}{2} \right)} \quad (3.3)$$

Sujeito a não comprometer a relevância média dos anúncios enviados. Isto é, para todos os anúncios entregues a relevância média obtida dos anúncios que consideram a eficiência para o anunciante, representada pelo conjunto A_{EQ} , obtido pela da Equação 3.3 deve ser equivalente à relevância média obtida pela Equação 3.1, onde o conjunto A_{MAX} representa os anúncios com maior relevância para os consumidores. Conforme a seguir:

$$\bar{\Gamma}(A_{EQ}, C) \approx \bar{\Gamma}(A_{MAX}, C)$$

3.2 Identificação dos Agentes

Partindo dos cenários de utilização do sistema, é possível identificar dois agentes principais: um representando o *anunciante* e outro representando o *consumidor*. Esses agentes têm informações referentes aos interesses dos consumidores e objetivos dos anunciantes para estabelecerem rodadas de negociação a fim de satisfazerem seus objetivos individuais.

Note que essas negociações envolvem muitos agentes, representando tanto os consumidores quanto os anunciantes, que precisam estar cientes da existência uns dos outros. Por exemplo, dado que um agente consumidor tem interesse em anúncios de carros é preciso que ele interaja com todos os agentes anunciantes para saber quais tem anúncios relacionados.

Entretanto, isso é inviável na prática, pois requer que os agentes mantenham referências para os demais e essas referências devem estar sempre atualizadas.

Para evitar essa situação, foi inserido no modelo um *mediador*. Esse mediador possui uma referência para os demais agentes do sistema. Desse modo, caso algum agente entre ou saia do sistema basta comunicar ao mediador, ou *Broker*. Para o exemplo anterior, com a sua inserção, os agentes dos consumidores passam a solicitar ao mediador anunciantes que possuam anúncios relacionados a carros. A seguir são descritos esses agentes e seus papéis dentro do modelo de negociação.

3.2.1 *Agente do Anunciante*

Este agente representa o anunciante e suas intenções de veiculação de anúncios, ou seja, esse agente assume literalmente o papel do anunciante e pode ser responsável pela veiculação de vários anúncios. Do ponto de vista de negócio, o anunciante tem como objetivo veicular seus anúncios aos consumidores que efetivamente tenham interesse no anúncio. A seleção desses consumidores é feita com base nas informações referentes ao público-alvo, objetivos do anúncio junto a esse público e nas mídias onde o anúncio pode ser veiculado. A seguir é dada uma breve descrição dessas características:

Público-Alvo: o público-alvo é identificado com base na teoria de segmentação de mercado que agrupa os consumidores de acordo com suas características, necessidades ou comportamento. Dentre as formas de segmentação existentes, destacam-se a segmentação demográfica, geográfica e psicográfica;

Objetivos: a depender do objetivo da propaganda, que pode ser informar, persuadir ou lembrar, é possível atribuir um nível maior ou menor de atenção desejada do consumidor, facilitando a adaptação do anúncio ao momento de entrega mais adequado;

Mídias suportadas: uma propaganda pode ter versões diferentes do anúncio para contemplar mídias diferentes, o que facilita a adaptação do anúncio ao contexto do consumidor no momento de definir qual o melhor dispositivo para entregar um anúncio;

3.2.2 *Agente do Usuário*

De forma análoga ao *Agente do Anunciante*, que atua como um representante do anunciante, o *Agente do Usuário* atua como representante do consumidor. Nesse papel, ele é o responsável por determinar quando um anúncio é relevante, se o momento é adequado para a entrega desse anúncios e qual o dispositivo com a mídia mais adequada para a veiculação do mesmo. Para isso, o *Agente do Usuário* precisa gerenciar as informações de contexto do usuário.

3.2.3 *Agente Mediador*

Esse agente tem o papel de mediar o início das negociações entre agentes anunciantes e consumidores. Para que esse agente mantenha sempre atualizada a lista de agentes existentes no sistema, cada agente deve comunicar-se com *Agente Mediador* sempre que entrar ou deixar o sistema. Além de manter a lista de agentes existentes no sistema, o *Agente Mediador* atua como facilitador no processo de negociação entre consumidores e anunciantes.

Por exemplo, se um consumidor muda sua localização ele requisita ao *Agente Mediador* que apresente agentes que possuam anúncios relacionados a esse local. Fazendo-se uma analogia, o *Agente Mediador* atua como um corretor, que mediante uma necessidade do consumidor encontra os anunciantes mais adequados e a partir dessa seleção, o processo de negociação entre o agente que representa o consumidor e os agentes anunciantes selecionados pelo agente mediador se inicia.

3.3 Descrição do Modelo de Negociação

O modelo de negociação é composto de dois grandes elementos: os protocolos de negociação que regem a comunicação e a forma que os agentes participam no processo de negociação; e as estratégias de negociação que cada agente utiliza para definir o valor de suas propostas e contra-propostas.

Existem vários trabalhos existentes, tanto na definição de protocolos, quanto na definição de estratégias (VIAMONTE et al., 2006; EL-SISI; MOUSA, 2012; YUCELEN et al., 2013). Entretanto, algumas características específicas do problema motivam a criação, ou adaptação, desses trabalhos. Com relação ao protocolo, é necessário que o *Agente do Usuá-*

rio seja o único capaz de fechar um acordo, algo similar ao que existe no protocolo descrito por Kallel et al. (2010). Isso é importante para evitar que mais de um contrato seja fechado com o *Agente do Usuário*, uma vez que isso altera a estratégia de preço do agente.

Com relação à estratégia de definição de preços (ou valor de proposta e contra-proposta) existe uma característica única no modelo aqui proposto que permite que um mesmo item tenha preços diferentes dependendo de qual agente faz a proposta. Por exemplo, num cenário tradicional, um agente que está vendendo um item, atribui um valor mínimo a ser obtido pelo item e um valor inicial e passa a reduzir o valor desse item na medida em que as negociações acontecem. Note que esse valor é o mesmo, independente do agente com quem negocia. Para o cenário de negociação aqui proposto, este item é o “espaço” para veiculação de propaganda que é vendido pelo *Agente do Usuário* e o *Agente do Anunciante* faz propostas para comprar esse espaço e exibir sua propaganda ao consumidor. Entretanto, para cada *Agente do Anunciante* o *Agente do Usuário* define um preço mínimo e um preço inicial diferente, a depender da relevância do anúncio para o consumidor, conforme ilustrado na Figura 3.1.

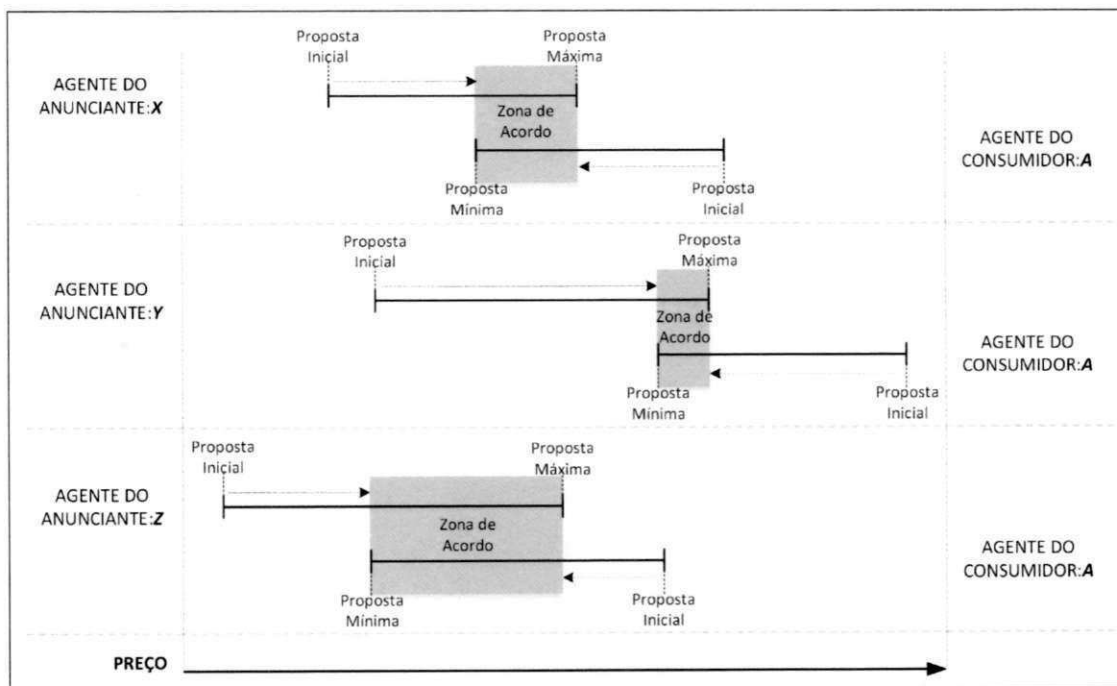


Figura 3.1: Estratégia de negociação em que o mesmo item, disponibilizado pelo agente A, possui faixas de preços diferentes para compradores diferentes.

Note que com essa estratégia o acordo é fechado com o *Agente do Anunciante* que cobre o preço solicitado pelo *Agente do Usuário* primeiro. Ou seja, o agente que fecha o acordo,

não necessariamente, será o que oferta o maior valor. No decorrer desta seção, são descritos os protocolos de negociação e as estratégias de negociação criadas.

3.3.1 Protocolos de Negociação

Nesta seção está descrito como ocorre o processo de comunicação entre os agentes identificados anteriormente e como esses negociam a fim de obterem o equilíbrio desejado. O processo de negociação é dividido em duas etapas descritas a seguir:

1. A primeira consiste na busca por anunciantes em potencial. Nesta etapa, o *Agente do Usuário* solicita ao *Agente Mediador* anúncios adequados às preferências do consumidor. O *Agente Mediador* então, consulta os agentes dos anunciantes para saber quais atendem aos requisitos e passa a lista de anunciantes em potencial para o *Agente do Usuário*, conforme ilustrado na Figura 3.2.

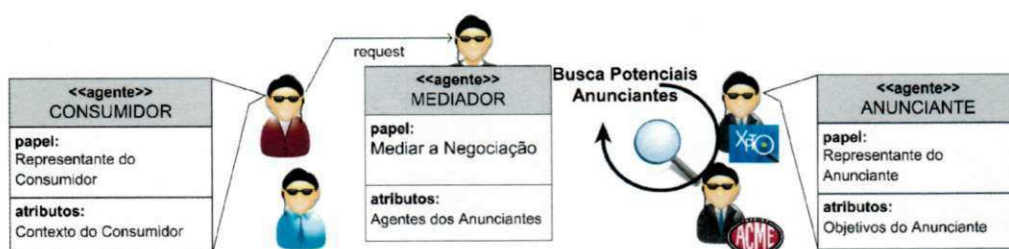


Figura 3.2: Busca por anunciantes.

2. A segunda consiste em um processo iterativo de barganha em que os agentes negociam para flexibilizar seus interesses. Na Figura 3.3 é ilustrado esse processo em que agentes enviam propostas e contra-propostas e podem chegar a um acordo.



Figura 3.3: Processo de barganha entre anunciantes e consumidores.

No decorrer desta seção descreve-se cada uma dessas etapas.

Busca por Anunciantes em Potencial

A busca e classificação dos anúncios é feita de acordo com a similaridade do mesmo para o usuário de acordo com o seu contexto. A escolha e classificação dos anúncios de acordo com a similaridade é feita para minimizar a possibilidade de envio de anúncios não relevantes para o consumidor.

Neste trabalho há uma sutil diferença entre relevância e similaridade, pois a similaridade é apenas uma das métricas usadas para definir a relevância do anúncio. Ou seja, um anúncio com um nível de similaridade alta não necessariamente será relevante. Por exemplo, se um usuário já recebeu muitos anúncios em seu dispositivo pessoal, ele provavelmente não terá interesse em mais um anúncio, independente da sua similaridade.

Sendo assim, para determinar a relevância do anúncio é preciso fazer uso de outras métricas. Por exemplo, a quantidade de vezes que um anúncio já foi exibido pode ser usada como uma métrica associada a similaridade para definir a relevância do anúncio. Isto é, na medida em que um anúncio vai sendo exibido para o consumidor sua relevância diminui.

Para essa etapa, entretanto, estamos interessados em buscar apenas os potenciais anunciantes e para isso a similaridade é uma boa métrica. A relevância passa a ser analisada na próxima etapa, sendo importante para a negociação. Na Figura 3.4 é mostrado como ocorre o processo de seleção e classificação de anúncios.

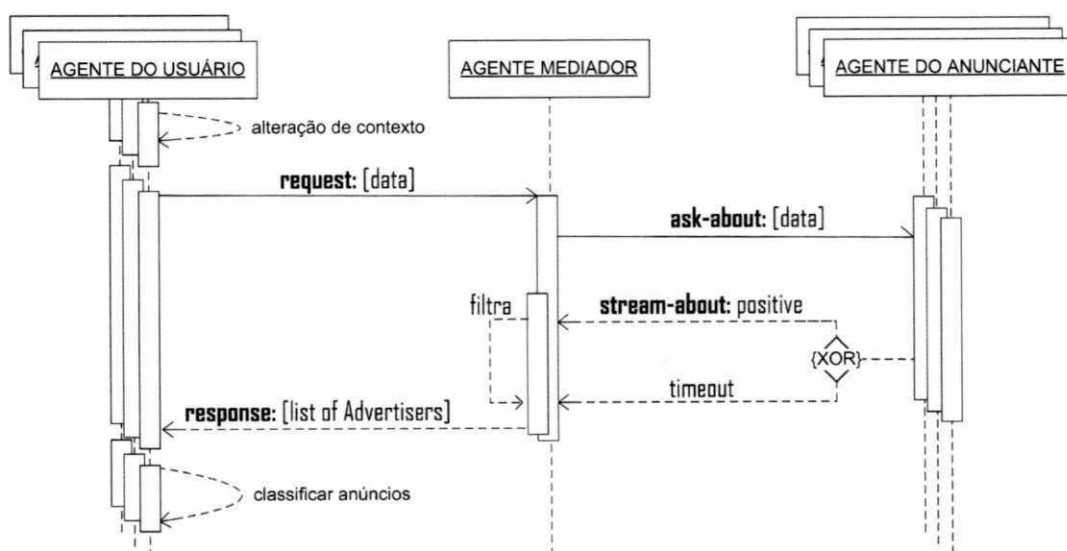


Figura 3.4: Protocolo de seleção e classificação de anúncios de acordo com o perfil do usuário.

O processo inicia com uma requisição de anúncios por parte dos agentes dos usuários. Essa requisição pode ser originada devido a uma requisição explícita do usuário (e.g., uma busca), pela recomendação de um anúncio por um amigo ou devido a uma alteração de contexto, tais como uma mudança de localização ou a adição de uma nova categoria (i.e., interesse) no perfil do usuário. Isso é feito para maximizar a entrega do anúncio no momento adequado, evitando a intrusividade nos termos descritos por Ramchurn et al. (2004). O processo ocorre como segue:

1. Quando há alguma *alteração no contexto* do usuário, o *Agente do Usuário* solicita ao *Agente Mediador* anunciantes que satisfaçam a essa condição de contexto (**request:** [data]). Por exemplo, para um usuário que volta para casa após o trabalho pode-se considerar a mudança da atividade e do local no estado do agente como gatilho para início do processo - Data: [place=home, activity=relax].
2. A partir dessa solicitação, o *Agente Mediador* inicia a busca por anunciantes que tenham anúncios relacionados com o dado informado. O *Agente Mediador* envia uma mensagem aos agentes dos anunciantes requisitando agentes que possam atender as necessidades do usuário (**ask-about:** [data]).
3. Ao receberem a requisição:
 - (a) Os agentes dos anunciantes que possuem anúncios condizentes com a solicitação do *Agente Mediador* respondem ao pedido enviando os anúncios (**stream-about:** positive).
 - (b) Os que não possuem anúncios não respondem (timeout).
4. Ao receber os anúncios, o *Agente Mediador* filtra alguns deles de acordo com o contexto do local. Por exemplo, um anunciante enviou um anúncio de almoço, mas por ser noite, ele não se encaixa no contexto. Feito isso o *Agente Mediador* encaminha ao *Agente do Usuário* uma lista com os anunciantes que podem ter algo relevante para o usuário e os respectivos anúncios (**response:** [list of Advertisers]).
5. A partir desse resposta, o *Agente do Usuário* cria uma lista, *classificando* os anúncios de acordo com a similaridade com o perfil do usuário - o cálculo da similaridade é dado pela Equação 3.12, descrito na Seção 3.4.

A partir de então, esses anúncios são adicionados à “lista de potenciais anunciantes” do usuário. Isso porque a entrega definitiva depende ainda de outros fatores, como a quantidade de anúncios que já foram exibidos para o usuário. Vale salientar que o *Agente Mediador* não faz registro do histórico de requisições do *Agente do Usuário* para evitar que o perfil do usuário possa ser mapeado.

Além disso, o único agente que possui acesso as informações do usuário é o agente que o representa, isso é uma forma de proteger suas informações pessoais, aumentando assim a privacidade dos seus dados. A seguir é descrito o processo de negociação, nele é possível observar que o *Agente do Usuário* é o único capaz de determinar a relevância do anúncio para o consumidor.

Barganha

O processo de negociação visa flexibilizar os desejos e intenções dos consumidores e anunciantes. Quando o processo de negociação entre os agentes inicia, já é sabido que o anúncio possui alguma relevância (i.e., similaridade) para o usuário. O que é feito a partir desse momento é um jogo de flexibilização de interesses.

Em termos práticos, o usuário oferece aos anunciantes a possibilidade de veicular um anúncio em algum de seus dispositivos. Cada anunciante, com base em seus objetivos, faz uma oferta, mesmo sem saber qual o nível de similaridade que o seu anúncio possui para o consumidor. Isso porque, por questões de privacidade dos dados, o *Agente do Usuário* é o único capaz de determinar a relevância do anúncio para o consumidor. De posse das ofertas e sabendo a relevância de cada anúncio, o *Agente do Usuário* pode rejeitar, aceitar ou fazer uma contra-proposta para a oferta recebida.

Um desafio neste processo consiste justamente em fazer com que os agentes negociem sem que os agentes dos anunciantes saibam qual a relevância de seu anúncio para o consumidor, evitando que suas informações sejam expostas. Para isso, foi criado o *ticket*, que funciona como uma moeda ou um valor associado à proposta, que tem a função de permitir que os agentes argumentem de acordo com seus interesses sem expor as informações contextuais do consumidor.

Na prática, o usuário oferece ao anunciante a possibilidade de veicular um anúncio em seu dispositivo. Ou seja, o *Agente do Usuário* vende para o *Agente do Anunciante* a alocação

de seu anúncio e determinam, com base em seus interesses qual o valor, em *tickets* a ser pago. Isso resolve outro problema que se refere a encontrar formas de cobrar aos anunciantes pelo anúncio veiculados. Com essa abordagem, os anunciantes irão comprar *tickets*, como se fossem créditos, de acordo com o orçamento planejado para a campanha publicitária.

Além disso, o *ticket* pode ser usado como um mecanismo de incentivo para o usuário. Funciona assim: ao inserir um anúncio, o anunciante compra uma certa quantidade de *tickets*. Sempre que um contrato é firmado, o *Agente do Usuário* recebe os *tickets*, associados à proposta, do *Agente do Anunciante*. De posse desses *tickets*, o usuário pode resgatá-los e utilizá-los em algum programa de recompensas para aquisição de produtos e serviços. Dessa forma, é mais fácil convencer o usuário a aceitar receber propagandas, uma vez que ele passa a receber benefícios e recompensas para isso.

O protocolo de barganha entre os agentes está definido na Figura 3.5, detalhado a seguir:

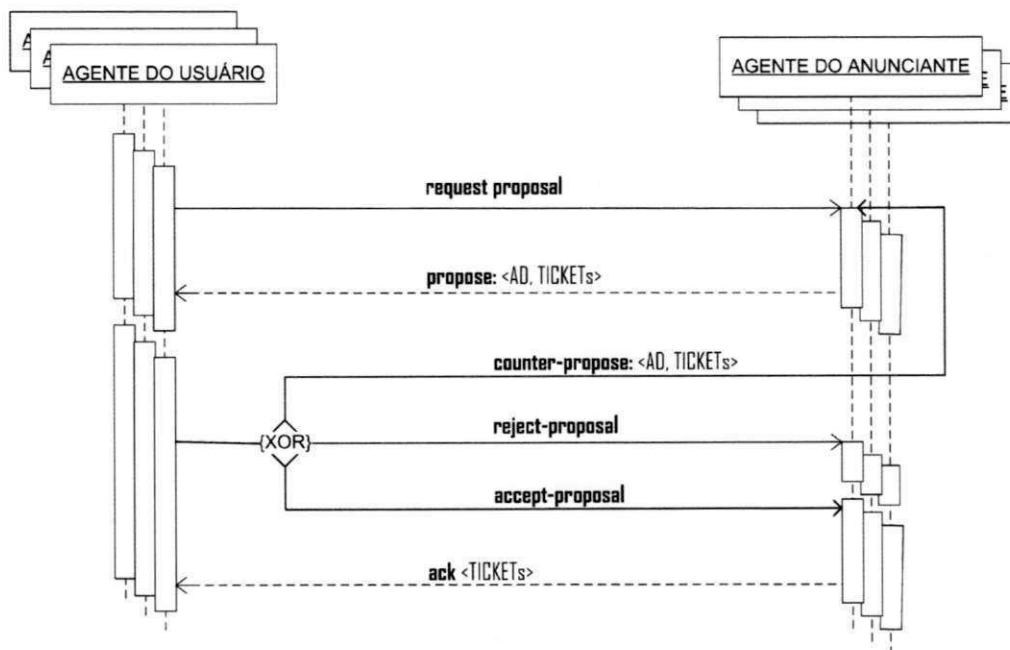


Figura 3.5: Protocolo de Barganha.

1. Para cada um dos agentes dos anunciantes que possuem anúncios relacionados à tarefa específica do usuário, classificados na etapa anterior (Seção 3.3.1) o *Agente do Usuário* requisita uma proposta (**request proposal**).
2. Cada *Agente do Anunciante*, com base em sua função objetivo, calcula a quantidade de

tickets a ser ofertada em sua proposta (**propose**: $\langle AD, TICKETS \rangle$). Na Seção 3.3.2 estão descritos os cálculos das propostas e contra-propostas.

3. O *Agente do Usuário* avalia as propostas e com base na relevância do anúncio;
 - (a) Faz um contra-proposta e dá continuidade ao processo (**counter-propose**: $\langle AD, TICKETS \rangle$);
 - (b) Rejeita a oferta e interrompe o processo (**reject proposal**);
 - (c) Aceita a proposta e fecha um acordo (**accept proposal**).
4. Quando o acordo é alcançado, é selado um contrato e os *tickets* são transferidos do *Agente do Anunciante* para o *Agente do Usuário* (**ack**: $\langle TICKETS \rangle$).

3.3.2 Estratégias de Negociação

A formulação de propostas tem como objetivo permitir que os agentes possam argumentar em benefício próprio. Uma dificuldade nesse processo consiste em fazer com que as propostas e contra-propostas não exponham as informações pessoais dos consumidores. Para isso, foi criado o *ticket*, que funciona como o valor associado à proposta, uma moeda. Na lógica do processo de negociação, os agentes dos usuários tentam obter a maior quantidade de *tickets* possível, enquanto o agentes dos anunciantes tenta fechar o contrato “gastando” o mínimo possível.

Existem algumas condições, associadas ao agente, que interferem no cálculo da proposta. Por exemplo, a quantidade de anúncios recebidos num dado intervalo de tempo afeta o interesse do usuário em receber anúncios, isto é, quanto maior a quantidade de anúncios entregues menor será o interesse do consumidor em receber um outro anúncio.

Além disso, existe um fator de crescimento associado a cada condição. Esse fator indica, como a quantidade influencia no valor da proposta. Por exemplo, para o caso da quantidade de anúncios recebidos num dado intervalo esse fator é quadrático ($O(x^2)$). Isso significa que na medida em que os anúncios são entregues, o interesse do consumidor em receber outros anúncios diminui significativamente. As condições estão descritas na Tabela 3.1.

Baseando-se nessas condições e respectivos fatores associados a elas, é possível determinar os valores das propostas. O processo de propostas e contra-propostas usa apenas os

Tabela 3.1: Condições que influenciam no cálculo da proposta.

CONDIÇÃO	DESCRIÇÃO	FATOR
<i>Visão do Agente do Usuário</i>		
Similaridade do Anúncio.	Valor atribuído ao anúncio, quanto maior a similaridade em relação ao contexto do usuário, maior esse valor.	$O(x)$
Anúncios exibidos num período.	Quantidade de anúncios já exibidos para o usuário num determinado período - pode ser por dia, intervalo de horas, etc. À medida que aumenta a quantidade de anúncios exibidos num período, aumenta a possibilidade de rejeição do usuário, em outras palavras, aumenta a chance da propaganda vir a aborrecê-lo	$O(x^2)$
Exibições do Anúncio	Quantidade de vezes que um dado anúncio já foi exibido para o consumidor. Na medida em que um anúncio é exibido para o consumidor, diminui o interesse do consumidor em vê-lo novamente.	$O(x^{\frac{1}{2}})$
Oferta de Anúncios	Quantidade de negociações ativas com anunciantes. Quanto maior a quantidade de anúncios existente, maior a exigência do usuário (lei da oferta e da procura).	$O(\log x)$
<i>Visão do Agente do Anunciante</i>		
Período de veiculação.	Todo anúncio tem um período específico de duração. Isto é, quando o anunciante cadastra um anúncio ele determina por quanto tempo o anúncio estará veiculando. Quanto mais próximo está o término campanha maior será a necessidade de entrega do anunciante.	$O(x^2)$
Oferta de Usuários	Quantidade de negociações ativas com anunciantes. Quanto maior o número de propostas solicitadas pelos agentes dos usuários maior a procura pelo anúncio, conseqüente menor será a necessidade de entrega do anunciante para um usuário específico (lei da oferta e da procura).	$O(\log x)$
Anúncios a serem enviados.	Quanto mais distante de cumprir sua meta de envios maior a necessidade de enviar um anúncio	$O(x)$

tickets, representado por Ψ , como argumento. Isso permite que o sistema garanta a privacidade dos dados *Agente do Usuário*, uma vez que o *Agente do Anunciante* tem acesso apenas à quantidade de *tickets* solicitada. A seguir descreve-se como é feito o cálculo das propostas e contra-propostas.

Cálculo da Proposta do Agente do Anunciante

O *Agente do Anunciante* elabora suas propostas com base em sua função objetivo, que representa sua necessidade em enviar um anúncio, e na quantidade de negociações ativas que ele possui num dado instante.

A **função objetivo do Agente do Anunciante** representa sua necessidade de enviar um anúncio visando cumprir seus objetivos. Por exemplo, um agente que representa um anunciante e que já cumpriu a sua meta de envios terá uma baixa necessidade de envio. Para o anunciante essa função reflete diretamente se seus objetivos estão sendo cumpridos. Seu cálculo é feito com base na quantidade de anúncios que ainda restam ser entregues e no tempo

restante para o término da campanha publicitária. Desse modo, define-se a função objetivo como:

$$Goal_{ad_i} = \frac{R_{ads} * (E_t)^2}{10000} \quad (3.4)$$

Onde:

- $R_{ads} = \frac{Ads_{total} - Ads_{delivered}}{Ads_{total}} * 100$, representa a percentagem de anúncios restante do total definido como meta (Ads_{total}). Para esse caso, quanto maior a quantidade de anúncios enviados menor será a necessidade de entrega. Por exemplo, uma campanha publicitária que tem como meta entregar 90 anúncios terá uma função objetivo com valor maior se foram entregues ($Ads_{delivered}$) 25 anúncios do que se 80 anúncios tiverem sido entregues. Conforme abaixo:

$$R_{ads} = \begin{cases} 11.1\%, & \text{para } Ads_{delivered} = 80 \text{ e } Ads_{total} = 90 \\ 72.2\%, & \text{para } Ads_{delivered} = 25 \text{ e } Ads_{total} = 90 \end{cases}$$

- $E_t = \frac{t_{elapsed}}{t_{total}} * 100$, representa, em termos percentuais, há quanto tempo a campanha já está ativa. Nesse caso, quanto mais próximo de finalizar a campanha maior a necessidade de entrega do anunciante. Por exemplo, um anúncio que será veiculado por um período de 50 dias terá uma necessidade maior de entrega no quadragésimo dia que no segundo. Conforme abaixo:

$$E_t = \begin{cases} 80\%, & \text{para } t_{elapsed} = 40 \text{ e } t_{total} = 50 \\ 4\%, & \text{para } t_{elapsed} = 2 \text{ e } t_{total} = 50 \end{cases}$$

A função objetivo do agente do anunciante retorna valores entre 0 e 100, sendo 0 a menor necessidade de envio e 100 a maior, por isso há o denominador. Na Figura 3.6 é exibido um gráfico com os possíveis valores em função da quantidade de anúncios a serem entregues e do tempo decorrido.

Uma vez definida a função objetivo (Equação 3.4) é possível determinar o **valor da**

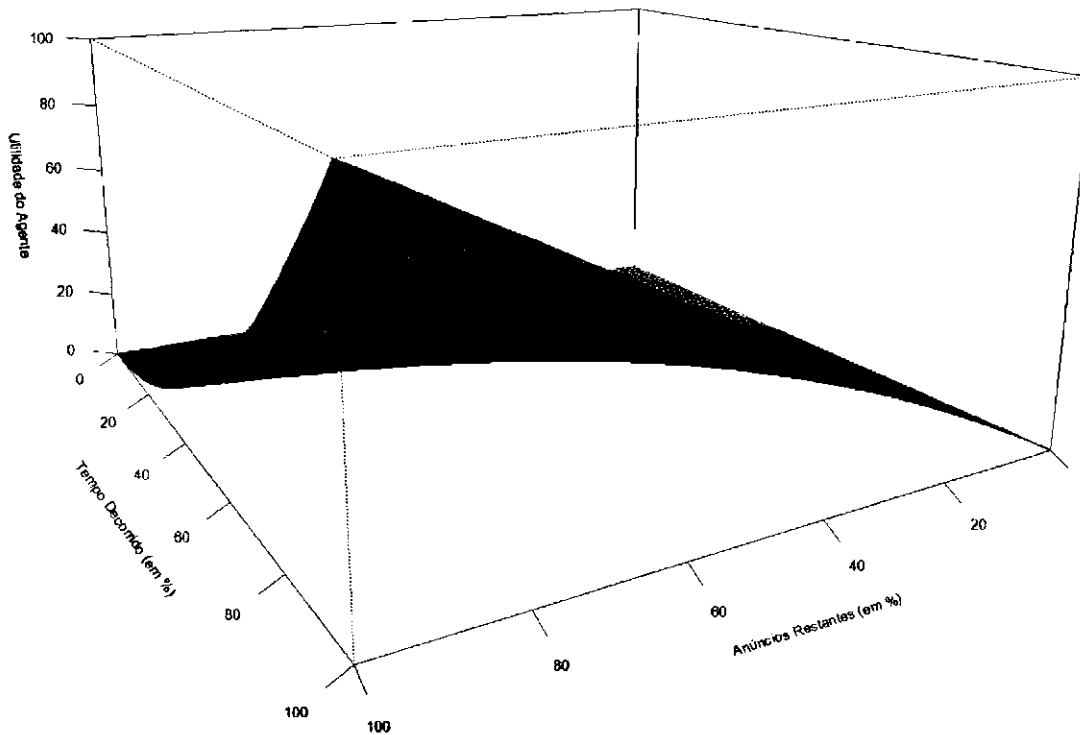


Figura 3.6: Possíveis valores para a função objetivo dos agentes dos anunciantes.

proposta do *Agente do Anunciante* como:

$$\Psi_{ad_i}(user_j) = \frac{Goal_{ad_i}}{1 + \log(|\mathcal{N}_t|)}, \quad (3.5)$$

Onde:

- $\Psi_{ad_i}(user_j)$ é a quantidade de *tickets* proposta pelo *Agente do Anunciante* que possui o ad_i para o *Agente do Usuário* representando o $user_j$;
- $|\mathcal{N}_t|$ representa a quantidade de agentes dos usuários que estão negociando com o *Agente do Anunciante* no momento do cálculo da proposta. Caso um anunciante tenha muitos usuários “interessados” em seu anúncio sua necessidade de envio decai, ou seja, quanto maior a oferta menor o valor.

Cálculo da Contra-Proposta do *Agente do Usuário*

A quantidade de *tickets* solicitada na contra-proposta do *Agente do Usuário* é feita com base na relevância do anúncio e na oferta de anúncios.

A **Relevância** de um anúncio ad_i para o usuário em um dado instante t (representado por $\Gamma_{user}(ad_i, t)$; definida na Equação 3.6) é uma função que mede o quanto que a entrega de um anúncio impacta positivamente para o consumidor. Ela é calculada pela divisão da similaridade do anúncio para o usuário, dado pela Equação 3.12, pelo total de anúncios recebidos num dado intervalos ($Ads_{\Delta t}$) vezes a raiz do total de vezes que o mesmo anúncio já foi exibido para o usuário ($\sqrt{\Sigma_{ad_i}}$).

$$\Gamma_{user}(ad_i, t) = \frac{\Phi_{user}(ad_i)}{(1 + Ads_{\Delta t}) * (1 + \sqrt{\Sigma_{ad_i}})} \quad (3.6)$$

O valor da contra-proposta é dado por:

$$\Psi_{user_j}(ad_i) = (100 - \Gamma_{user_j}(ad_i, t)) * (1 + \log(\mathcal{N}_t)) \quad (3.7)$$

A subtração da relevância de 100 permite que o valor da contra-proposta seja inverso à relevância do anúncio. A multiplicação pela raiz da quantidade de negociações ativas em um dado instante ($\sqrt{|\mathcal{N}_t|}$), faz com que o valor da proposta aumente de acordo com a procura.

3.4 Cálculo da Similaridade

O cálculo da similaridade entre perfil do usuário e o público-alvo do anúncio é fundamental para o modelo de negociação. A similaridade é tratada aqui como uma soma ponderada das similaridades dos elementos que compõem o perfil. Esses elementos são, a priori, as informações sobre as preferências e as informações demográficas (gênero, idade e renda) do usuário.

3.4.1 Similaridade das Preferências

O cálculo da similaridade entre as categorias associadas ao produto (C_{ad_i}) e as preferências do usuário (P_{user}) é feito com base no coeficiente de Jaccard. Conforme descrito na Equação 3.8, a seguir:

$$J(C_{ad_i}, P_{user}) = \frac{|C_{ad_i} \cap P_{user}|}{|C_{ad_i} \cup P_{user}|} \quad (3.8)$$

Para ilustrar como é feito o cálculo da similaridade das preferências, imagine um anúncio de uma bola de futebol que está associado às categorias esportes e brinquedos. Bob, por sua vez, é um usuário que tem como preferências esporte, artes, saúde e brinquedos. Dessa forma pode-se caracterizar as categorias do produto e as preferências de Bob, respectivamente como:

- $C_{ad_{ball}} = \{sports, toys\}$
- $P_{Bob} = \{sports, arts, toys, health\}$

Aplicando o coeficiente de Jaccard, tem-se:

$$J(C_{ad_{ball}}, P_{Bob}) = \frac{|C_{ad_{ball}} \cap P_{Bob}|}{|C_{ad_{ball}} \cup P_{Bob}|} = \frac{2}{4} = 0,5 = 50\%$$

Portanto, o coeficiente de similaridade e o anúncio da bola e o usuário Bob será igual a 50%.

3.4.2 Similaridade das Informações Demográficas

As informações demográficas dos usuários usadas para o cálculo da similaridade são o gênero, a idade e a renda. É possível que novas informações sejam adicionadas e consideradas para o cálculo da similaridade, por essa razão, optou-se por representar essas informações em um conjunto D .

Dessa forma, D_k representa o k -ésimo elemento do conjunto de propriedades demográficas, a saber: $D = \{gender, age, income\}$. Para cada elemento D_k do conjunto D é feito o cálculo da similaridade entre o anúncio e o usuário para esse elemento, representado por $\phi(D_{k_{ad_i}}, D_{k_{user}})$. Cada um desses elementos possui uma forma diferente de calcular a similaridade, conforme demonstrado a seguir:

Gênero

O gênero do público-alvo de um anúncio pode ser masculino, feminino ou unissex. Formalmente, o gênero do público-alvo do anúncio é representado por $gender_{ad_i} \in \{m, f, u\} - \emptyset$, onde u é usado para representar anúncios com público-alvo unissex. O gênero usuário pode ser masculino ou feminino, representado formalmente por $gender_{user} \in \{m, f\} - \emptyset$.

Para definir o nível de similaridade do gênero, considerou-se que o interesse de um usuário por um anúncio dirigido a um público unissex deve ser alto e que é natural que ele possua algum interesse, mesmo que baixo, por um anúncio voltado a público de gênero diferente do seu. Dessa forma, o nível de similaridade de um anúncio mediante o gênero é representado por:

$$\phi(\text{gender}_{ad_i}, \text{gender}_{user}) = \begin{cases} 100\%, & \text{se } \text{gender}_{ad_i} = \text{gender}_{user} \\ 75\%, & \text{se } \text{gender}_{ad_i} = \{u\} \\ 25\%, & \text{outro caso} \end{cases} \quad (3.9)$$

Idade

O cálculo da similaridade mediante a idade é feito de forma a permitir que usuários que tenham idade próxima a da faixa etária definida no anúncio não sejam excluídos. Por exemplo, um anúncio em que a faixa etária do público-alvo está entre 20 e 30 anos é relevante para um usuário de 31 anos? Acredita-se que sim, mas menos que para um usuário com 25 anos.

Para contemplar esse tipo de cenário, a relevância do anúncio mediante a idade do usuário é calculada de acordo com uma função quadrática negativa, dada pela equação

$$\phi(\text{age_ran}_{ad_i}, \text{age}_{user}) = \frac{-1 \left(\text{age}_{user} - \bar{x}_{\text{age_ran}_{ad_i}} \right)^2}{10^{\text{fator}} * \Delta_{\text{age_ran}_{ad_i}}} + 100 \quad (3.10)$$

onde:

- $\bar{x}_{\text{age_ran}_{ad_i}}$ representa a média simples entre a maior e a menor idade da faixa etária do público alvo do anúncio. Por exemplo, se a faixa etária do público-alvo de um anúncio está entre 20 e 30 então a média será 25. Isso permite que quanto mais próximo dessa média, maior a relevância do anúncio.
- $\Delta_{\text{age_ran}_{ad_i}}$ representa tamanho do intervalo da faixa etária do público-alvo do anúncio. Por exemplo, se a faixa etária do público-alvo de um anúncio está entre 20 e 30 então o tamanho do intervalo é 10. A escolha desse intervalo determina o nível de decaimento da relevância à medida que a idade se distancia da média.
- 10^{fator} O decaimento da função deve variar de acordo com o tamanho do intervalo, por exemplo se essa equação for usada para valores maiores (como é o caso da renda,

que será descrito a seguir) é preciso diminuir o nível de decaimento da função. Para isso serve o *fator*, que representa o tamanho do intervalo, definido pela quantidade de casas decimais do número. Por exemplo, o número 5 possui uma casa decimal, para esse caso $fator = 0$, enquanto que o número 500 possui três casas decimais e portanto $fator = 2$.

A Equação 3.10 é considerada para o cálculo da similaridade para os valores em que a função é positiva, nos casos em que a função é negativa a similaridade é igual a 0 (zero). Essa função leva em conta a faixa etária do público alvo e o fator ($10^{fator} * \Delta_{age_ran_{ad}_i}$) para permitir que função tenha uma taxa de crescimento maior para faixas etárias menores, como ilustrado na Figura 3.7.

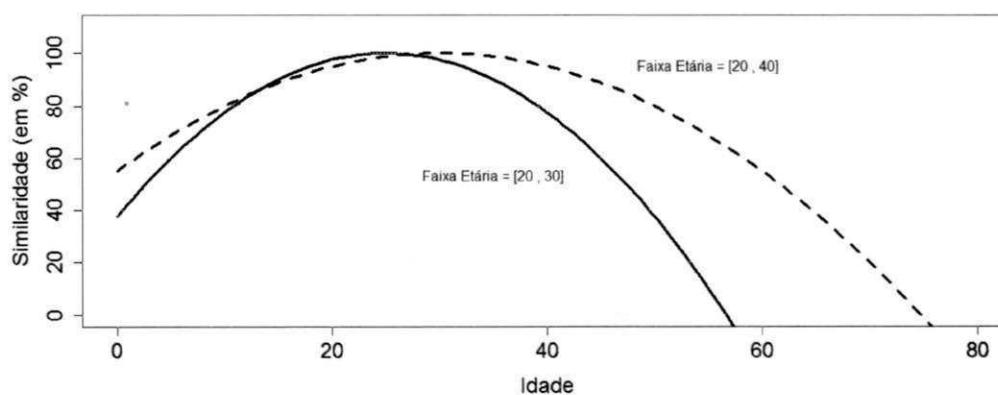


Figura 3.7: Similaridade do anúncio de acordo com a idade do usuário e a faixa etária do público-alvo do anúncio.

Para esse exemplo, são mostrados os valores de similaridade (*eixo y*) em função da idade do usuário (*eixo x*) para duas faixas etárias distintas: 20 a 30 anos e 20 a 40 anos respectivamente. Assim, a função permite que o nível de relevância caia na medida em que a idade do usuário se afasta da média, com uma razão que varia de acordo com o tamanho do intervalo da faixa etária, ou seja, quanto maior o intervalo mais lentamente cai o nível de relevância do anúncio.

Renda

Para definir a relevância do anúncio mediante a renda aplica-se a mesma função que é usada para a idade adaptada á renda média do usuário, conforme a seguir:

$$\phi(\text{income_ran}_{ad_i}, \text{income}_{user}) = \frac{-1 \left(\text{income}_{user} - \bar{x}_{\text{income_ran}_{ad_i}} \right)^2}{10^{\text{fator}} \Delta_{\text{income_ran}_{ad_i}}} + 100 \quad (3.11)$$

onde:

- $\bar{x}_{\text{income_ran}_{ad_i}}$ representa a média simples entre a maior e a menor renda da faixa de renda do público alvo do anúncio.
- $\Delta_{\text{income_ran}_{ad_i}}$ representa tamanho do intervalo da faixa de renda do público-alvo do anúncio.

3.4.3 Nível de Similaridade

O nível de similaridade de um anúncio ad_i para um usuário, representado por $\Phi_{user}(ad_i)$, consiste na soma ponderada das funções de similaridade mediante as preferências, gênero, idade e renda, demonstrados nas equações 3.8, 3.9, 3.10 e 3.11. Esse cálculo é apresentado na Equação 3.12, na qual os pesos α_1 a α_2 são ambos iguais a $(1 + |D|)^{-1}$, mas podem ser ajustados a depender da adição de novos elementos.

$$\Phi_{user}(ad_i) = \alpha_1 J(C_{ad_i}, P_{user}) + \alpha_2 \sum_{k=1}^{|D|} \phi(D_{k_{ad_i}}, D_{k_{user}}) \quad (3.12)$$

3.5 Exemplo de Utilização do Modelo

Até o momento foi descrito como ocorre o processo de negociação e como são feitos os cálculos envolvidos nesse processo. A partir de agora, será ilustrado como o modelo de negociação aqui proposto permite encontrar o equilíbrio desejado. Imagine o seguinte cenário:

Duas empresas, ACME e XPTO, possuem anúncios relevantes para o usuário Bob, sendo que o da empresa ACME obteve um índice de similaridade maior.

Com relação aos objetivos dos anunciantes, faltam apenas 5 dias (de um total de 100) para o término do período de veiculação do anúncio da empresa XPTO e 30 dias para o da ACME. Ambos estão empatados no que se refere à quantidade de anúncios que ainda precisam ser veiculados, o total restante é de 25% dos anúncios. Assim, é possível caracterizar o cenário, conforme Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Caracterização do cenário de utilização.

Caracterização do usuário Bob	
Gênero	$g_{Bob} = m$
Idade	$a_{Bob} = 25$
Renda	$in_{Bob} = 2000$
Preferências	$P_{Bob} = \{sports, health, arts, cooking, toys\}$
Caracterização do público-alvo do anúncio da empresa ACME.	
Gênero	$g_{ad_{ACME}} = m$
Faixa Etária	$ar_{ad_{ACME}} = [18, 30]$
Faixa de Renda	$ir_{ad_{ACME}} = [1500, 2000]$
Categorias do produto anunciado	$C_{ad_{ACME}} = \{sports, health, toys\}$
Caracterização do público-alvo do anúncio da empresa XPTO.	
Gênero	$g_{ad_{XPTO}} = m$
Faixa Etária	$ar_{ad_{XPTO}} = [20, 25]$
Faixa de Renda	$ir_{ad_{XPTO}} = [1000, 2000]$
Categorias do produto anunciado	$C_{ad_{XPTO}} = \{health, cooking\}$

Com base nessas informações é possível calcular o nível de similaridade dos anúncios para Bob. Utilizando-se da Equação 3.12, tem-se os seguintes níveis de similaridade:

- $\Phi_{Bob}(ad_{ACME}) = 89,67;$
- $\Phi_{Bob}(ad_{XPTO}) = 83,44.$

Devido a maior necessidade de envio da empresa XPTO, espera-se que o mesmo faça uma proposta maior. Sabe-se que a quantidade de anúncios que restam ser entregues de ambas as empresas é 25% ($R_{ads_{ACME}} = R_{ads_{XPTO}} = 25$), que a campanha da empresa ACME já está ativa há 70, dos 100 dias ($E_{t_{ACME}} = 70$) e que a campanha da empresa XPTO já está ativa há 98, dos 100 dias ($E_{t_{ACME}} = 95$). Dessa forma, os valores das propostas (definido na Equação 3.5) das empresas são:

- $\Psi_{ad_{ACME}}(Bob) = 12,25;$
- $\Psi_{ad_{XPTO}}(Bob) = 22,56.$

Considerando que o agente de *Bob* não recebeu nenhum anúncio no período ($Ads_{\Delta t} = 0$) e que os anúncios nunca foram entregues a *Bob* ($\Sigma_{ad_{ACME}} = \Sigma_{ad_{XPTO}} = 0$), pode-se dizer que a relevância do anúncio é igual à sua similaridade: $\Gamma_{Bob}(ad_{ACME}, t) = 89,67$; $\Gamma_{Bob}(ad_{XPTO}, t) = 83,44$. Dado que o agente de *Bob* possui duas negociações ativas ($\mathcal{N}_t = 2$), os valores de contra-propostas (ou seja, o valor esperado da proposta) para os anunciantes são:

- $\Psi_{Bob}(ad_{ACME}) = 13,44$;
- $\Psi_{Bob}(ad_{XPTO}) = 21,54$.

Nesse cenário a proposta do anunciante *ACME* é inferior ao esperado pelo agente de *Bob*, enquanto a do anunciante *XPTO* é superior. Nessa situação o agente de *Bob* aceita a proposta do anunciante *XPTO*. Note que neste cenário a necessidade de envio foi o fator determinante para que o anunciante *xpto* possa estar mais próximo de cumprir seus objetivos, contrastando com o cenário atual onde apenas a relevância, ou melhor, a similaridade do anúncio é levada em conta.

3.6 Considerações

Nesse capítulo apresentou-se o modelo multiagente que permite que anunciantes e consumidores negociem a fim de, cada um defendendo seus próprios interesses, obter uma relação de equilíbrio. Primeiramente foi descrito, de maneira formal, o problema existente. Depois passou-se para a fase de identificação dos agentes que fazem parte do modelo, para então descrever o modelo propriamente dito.

Dentre as características do modelo que permitem tal flexibilização podem ser destacadas o protocolo que foi criado de forma a garantir a relevância do anúncio e a entrega no momento adequado e a estratégia de negociação que atribui preços diferentes a anúncios diferentes deixando o acordo acontecer mediante às necessidades individuais dos agentes. Outra característica que torna o modelo adequado para a Propaganda Pervsiva é a contemplação do requisito de privacidade, através do encapsulamento da informação do consumidor pelo *Agente do Usuário* e a possibilidade de um mecanismo de cobrança justa dos anúncios veiculados, por meio dos *tickets*.

Para demonstrar como o modelo pode ser eficiente na obtenção do equilíbrio, foi descrito um cenário de utilização no qual dois anunciantes tentam enviar seus anúncios para um determinado consumidor. Nesse cenário, fica claro que é possível fazer com que os consumidores possam flexibilizar seus interesses dada uma circunstancia de necessidade do anunciante. Note que isso não válida o modelo, a validação do mesmo é feita por meio de um experimento que conta com mil agentes dos usuários e cem agentes dos anunciantes, descrito no Capítulo 7.

Para que os agentes possam se comunicar eles devem compartilhar da mesma linguagem, vocabulário e protocolos. Para isso, é preciso definir a forma como a informação de contexto deve ser representada e obtida, ressaltando que essa tarefa deve ser feito de forma transparente para os consumidores. Assim, nos próximos capítulos estão descritos os modelos de representação e aquisição da informação contextual.

Capítulo 4

Modelo para Representação de Contexto

Neste capítulo apresenta-se o modelo definido para representação do contexto em ambientes pervasivos. O seu desenvolvimento foi motivado pela falta de um modelo que fosse representativo e adequado ao escopo da Propaganda Pervasiva.

Uma propaganda consiste na divulgação de ideias, bens ou serviços de uma entidade com o objetivo de influenciar sua audiência. No contexto desse trabalho, essa entidade é o anunciante e a forma de divulgação é o anúncio. No decorrer deste capítulo é descrito o modelo criado para representar a propaganda em termos do anúncio e do anunciante. Seu propósito é estabelecer uma forma de capturar as intenções do anunciante e do consumidor ao veicular um anúncio.

Além disso, esse modelo contempla ainda características específicas da computação pervasiva. A concepção desse modelo foi focada no reúso da informação, sendo assim, o modelo tenta minimizar o nível de acoplamento entre as entidades de forma a facilitar a utilização em outros domínios de aplicação dentro da computação pervasiva.

4.1 Motivação

Uma característica do paradigma de Computação Pervasiva é a capacidade de comunicação e troca de informações entre dispositivos computacionais através de redes *ad hoc* (RANGANATHAN; CAMPBELL, 2003). Contornar os desafios impostos pela dinamicidade e heterogeneidade, características inerentes à Computação Pervasiva, é fundamental para o desenvolvimento de ambientes pervasivos. Isto significa que as aplicações devem ser sensí-

veis e adaptáveis ao contexto (COOK et al., 2009).

Dessa forma, mais que um novo canal para veiculação de anúncios, a Propaganda Pervasiva se destaca por permitir a entrega de anúncios contextualizados. Um anúncio é contextualizado se ele é adequado e adaptado ao contexto a consumidor. No paradigma de Computação Pervasiva, o contexto é definido como qualquer informação que os aplicativos podem usar para fornecer serviços ou informações relevantes para um usuário (DEY, 2001). No caso de aplicações de publicidade, o contexto é definido como qualquer informação utilizada para determinar a relevância de um anúncio para um consumidor.

Uma tarefa difícil quando se trabalha com aplicações cientes e sensíveis ao contexto é especificar quais informações devem ser usadas como parte do contexto (BUBLITZ et al., 2008). Isso ocorre porque o contexto está fortemente associado ao domínio da aplicação. Por exemplo, a idade e gênero de uma pessoa pode ser muito relevante para uma aplicação no domínio da saúde, mas pode ser irrelevante para um aplicativo de serviço de impressão.

A mesma dificuldade é encontrada na área de Propaganda Pervasiva, isso porque são necessárias informações que permitam às aplicações inferirem sobre o produto a ser anunciado. Por exemplo a idade e gênero de uma pessoa pode ser muito relevante para determinar se um anúncio de sapato é relevante para um consumidor, mas pode ser irrelevante para um outro anúncio. Ou ainda, como determinar se um anúncio transmitindo uma mensagem de promoção de um *happy hour* de um determinado estabelecimento é relevante para você? Para responder a essa questão é preciso ter conhecimento sobre suas preferências, sua localização, atividade e assim por diante.

Devido à importância do uso da informação contextual para a Computação Pervasiva, muitos trabalhos foram desenvolvidos com a intenção de representar o contexto nos ambientes pervasivos. Estas obras podem ser agrupadas em duas categorias: (i) **abordagens abrangentes**: trabalhos que tentam reunir o máximo de informação possível para representar contexto, focando sempre em algum domínio de aplicação (CHO; HONG, 2008; ESPOSITO et al., 2010; SEREMETIA et al., 2010); (ii) **abordagens sintéticas**: trabalhos que tentam encontrar um conjunto mínimo de informações que podem ser usadas na maioria das aplicações (BUBLITZ et al., 2008; HU; LI, 2009; LIU et al., 2010; DONG et al., 2007).

O problema com essas abordagens é que dificilmente elas podem ser reutilizadas efetivamente. Visto que nos modelos que usam a abordagem abrangente, a modelagem é feita

de acordo com as necessidades de aplicação, gerando um forte acoplamento entre o modelo e o domínio de aplicação. No caso da Propaganda Pervasiva o uso de algum modelo compreensivo é inviável, pois a adição de conceitos relacionados aos produtos geram alterações significativas nos modelos, gerando até incoerências. Por outro lado, nos modelos que utilizam uma abordagem sintética é necessário que o desenvolvedor estenda a solução para praticamente todos os domínios de aplicação, a fim de viabilizar que informações específicas sejam contempladas.

Uma possível forma de contornar esse problema é utilizar a fusão ontologias, onde cada ontologia modela diferentes aspectos de domínios específicos (CHEN et al., 2011). A ideia seria criar um modelo específico para Computação Pervasiva e fundi-lo a um modelo existente. No entanto, a fusão de ontologias requer a capacidade de lidar com os formalismos de representação diferentes e conceitos conflitantes. Nesse caso em específico, o esforço necessário para tratar os conflitos pode ser maior que o de criar um novo modelo.

Neste sentido, propõe-se neste trabalho uma abordagem onde o contexto é representado/descrito visando que a informação possa ser usada em vários domínios com uma necessidade reduzida de extensão. Baseando-se nessa hipótese, descreve-se neste capítulo o modelo USED. O nome USED vem da perspectiva de representar o contexto de acordo com as informações dos usuários e dispositivos (acrônimo para *USER e Device*), uma vez que essas entidades são as mais importantes “fontes” de informação, conforme será demonstrado.

4.2 Escolha da Linguagem de Representação da Informação Contextual

Na Tabela 4.1, adaptada de Ding et al. (2005), apresenta-se um resumo dos principais resultados obtidos dos estudos para *Web semântica*. Essa tabela contém os principais formalismos para representação de conhecimento, entre os quais destacam-se formalismos baseados em conhecimento (*knowledge-based* - KB), modelos formais de Banco de Dados e os principais construtores de ontologia (RDF, RDFS e OWL).

A escolha do formalismo levou em conta a necessidade de semântica auto-contida e expressividade do modelo, fatores essenciais para uma melhor inferência, sem deixar de considerar a viabilidade computacional. De acordo com esses critérios optou-se pela escolha

Tabela 4.1: Representação do Conhecimento: comparação entre as principais formalismos.

CONSTRUTORES		RDF	RDFs	OWL	DB Rel	DB OO	KB Frame	KB DL
CLASSE	Class		X	E		X	X	X
	Enumerated Class			X				O
	Restriction			X			O	X
	intersectionOf			X			O	X
	unionOf,			X			O	X
	complementOf			X				
	subclassOf		X	H		X	X	X
	Equality			X			O	O
RELAÇÃO	disjointWith			X			O	
	Property	X	H	E	X	X	O	
	domain, range		X	H			O	
	subPropertyOf		X	H				
	(inverse) Functional			X	X			
INSTÂNCIA	Equality, inverseOf			X				
	Type	X	H	H		X	X	X
	(In)Equality			R		O	O	O
DB Rel = Banco de Dados Relacional								
DB OO = Banco de Dados Orientado a Objetos								
R - Suporta c/ Restrições			X - Suporta			O - Opcional		
H - Herdado (RDF/RDFS)			E - Estendido (RDF/RDFS)					

do uso de ontologias, mais precisamente o uso da linguagem *OWL-DL*, por ser o formalismo que apresenta o maior poder de representatividade sem comprometer significativamente a computabilidade do modelo.

4.3 Descrição do Modelo

A concepção de um modelo de Propaganda Pervasiva não é uma tarefa fácil. Principalmente porque (i) esse modelo deve ser abrangente, a fim de abordar as diferentes necessidades de informação contextual de aplicações e produtos; (ii) esse modelo deve ser fracamente acoplado, a fim de ser extensível, em outras palavras, a incorporação de novos conceitos deve ser uma tarefa fácil. O grande desafio consiste em encontrar uma solução que contemple a necessidade alta coesão, baixo acoplamento e abrangência do modelo, uma vez que o aumento da abrangência do modelo implica num aumento do acoplamento das classes.

Para resolver esse impasse, não se tentou evitar o acoplamento, mas se focou em organizar o conhecimento de forma que os acoplamentos não afetem a flexibilidade do modelo. Para isso, utilizou-se da regra mais simples de padrões de projetos que consiste em associar a informação à entidade que a detém - padrão *Information Expert* (LARMAN, 2004,

p.294). No escopo da Computação Pervasiva, as entidades que são as grandes detentoras da informação e que formam a base, ou *core*, para as demais entidades são os dispositivos e os usuários.

Utilizando-se desse princípio, é possível adicionar novas camadas de conhecimento ao modelo, onde os conceitos das camadas mais “externas” fazem referência à camada mais “interna”, sendo que o oposto não é possível. Nesse sentido, foram definidas três camadas: *Kernel*, *Pervasive*, e *Advertising*. A camada *Kernel* agrupa conceitos úteis a qualquer aplicação no escopo da Computação Pervasiva. A camada *Pervasive* agrupa conceitos úteis para a maioria das aplicações no escopo da Computação Pervasiva e a camada *Advertising* os conceitos específicos ao domínio de Propaganda Pervasiva. A seguir descreve-se cada uma dessas camadas.

Além disso, no desenvolvimento de sistemas multiagente com Jade, plataforma usada para implementação do modelo, o uso de ontologias é fundamental para a comunicação entre os agentes.

4.3.1 *Kernel*

Esta é a camada mais interna, nela estão representadas as entidades capazes de fornecer informações no âmbito da Computação Pervasiva. Essas entidades foram selecionadas por serem necessárias a qualquer aplicação no escopo da Computação Pervasiva. Essas entidades são o usuário (*User*) e o dispositivo (*Device*). Na Figura 4.1 (pacote *kernel*) ilustra-se como o contexto pode ser representado em termos de usuários e dispositivos.

Também é possível observar nesta figura que um usuário pode manter muitos dispositivos. Nesta camada, há ainda a representação da localização, uma vez que esta informação está diretamente associada ao usuário e ao dispositivo. É comum pensar no ambiente (pervasivo) como fonte de informação. Mas, na verdade, o ambiente é apenas uma representação de um local (*Location*) associado a um usuário ou a um dispositivo. Deste modo, a informação sobre o ambiente pode ser obtida por meio dos dispositivos e pessoas que se encontram numa localização específica (*is_located_in*). Isto significa que toda a informação pode ser obtida a partir do usuário ou do dispositivo. Por exemplo, a informação sobre a temperatura de um ambiente pode ser obtida por um sensor (dispositivo) nesse local (ambiente).

Outro aspecto importante contemplado pelo modelo é a especificação do perfil do dis-

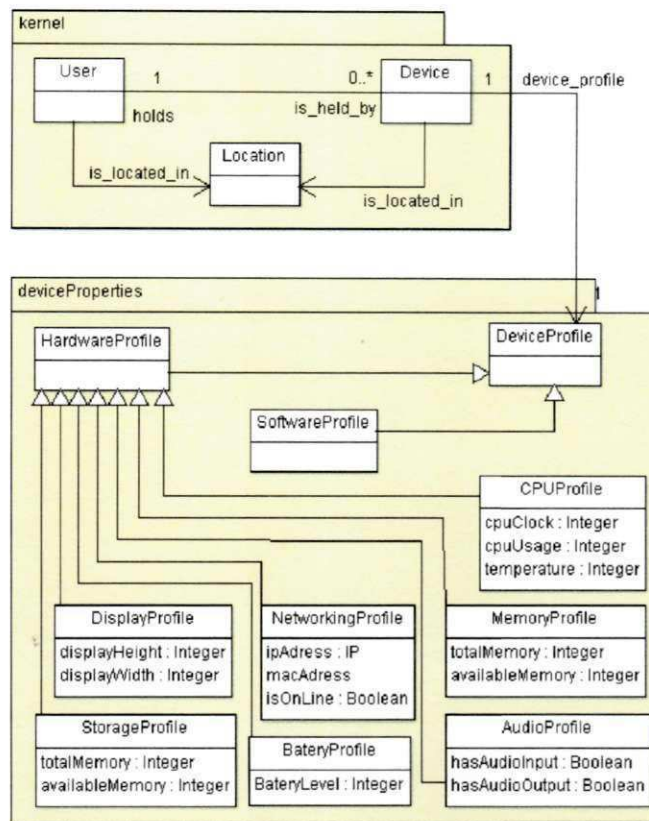


Figura 4.1: Visão UML do modelo: pacote *kernel*.

positivo (*Device Profile*), que pode ser um perfil de software ou de hardware, ilustrado na Figura 4.1 (pacote *deviceProperties*). O perfil de hardware (*HardwareProfile*) agrupa as características específicas de um dispositivo, tais como capacidade de memória, poder de processamento, nível de bateria e tamanho da tela (quando disponível). A mesma linha de raciocínio é usada para o perfil de software (*SoftwareProfile*), onde neste estão representadas características como suporte a *browser* e aplicativos em geral.

4.3.2 Pervasive

A camada *Pervasive* reúne informações que podem ser relevantes para a maioria das aplicações de diferentes domínios dentro do escopo da Computação Pervasiva. Isto baseando-se na hipótese de que é possível modelar a informação contextual de acordo com os aspectos que são úteis para muitos domínios de aplicação, em vez de se concentrar em áreas específicas de aplicação. Por exemplo, a informação referente à atividade executada por um usuário é uma informação útil para aplicações ou produtos de diferentes domínios, seja um produto da

área médica ou da área de educação.

Guiando-se por esse ponto de vista foram criadas classes de informação contextual que podem ser acopladas à camada *kernel*. O que torna esse acoplamento menos preocupante é o fato de que não há acoplamento no sentido *kernel*→*pervasive*. Desse modo, necessidades de alterações na camada *pervasive* não interferem na camada *kernel*. Na Figura 4.2 é apresentada a camada *pervasive* e a forma como ela está ligada a camada *kernel*.

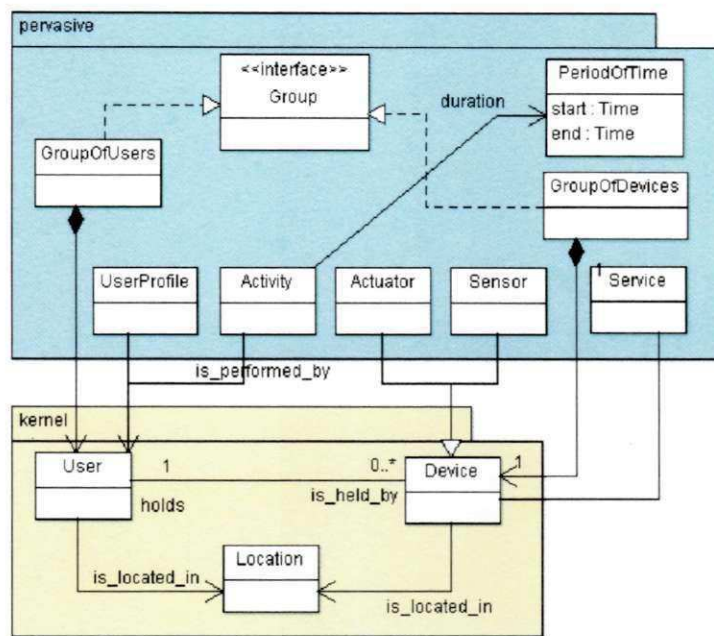


Figura 4.2: Visão UML do modelo: pacote *pervasive*.

Um dos conceitos fundamentais dessa camada é o conceito de grupo (*Group*), usado inicialmente para lidar com o conceito de rede social. Rede Social é uma das formas de representação dos relacionamentos afetivos ou profissionais dos seres entre si ou entre seus agrupamentos de interesses mútuos. A rede é responsável pelo compartilhamento de ideias entre pessoas que possuem interesses e objetivos em comum e também valores a serem compartilhados. Neste sentido, uma rede social pode ser vista como um grupo de pessoas que possuem algum relacionamento.

É grande o número de aplicações que necessitam estar cientes dos grupos formados por um indivíduo, uma vez que esse tipo de informação pode ser usado para inferência de características dos usuários. Esse mesmo conceito pode também ser generalizado para lidar com a formação de grupos de dispositivos, algo muito comum ao paradigma de Computação

Pervasiva devido às redes ad-hoc. A seguir, são descritas as demais classes que formam a camada pervasiva:

Group of Users: pessoas costumam estabelecer relacionamentos com outras pessoas, seja devido a compartilharem uma mesma localização (e.g., ambiente de trabalho, cidade) seja por compartilharem interesses em comum. Nesse trabalho, um *grupo* consiste de um conjunto pessoas que possuem algo em comum. Esse tipo de informação é de extrema importância para a computação pervasiva, pois em um ambiente onde os dispositivos e serviços podem ser compartilhados por usuários, é possível que a adaptação ao contexto de um usuário específico possa interferir nos interesses de outros usuários.

De fato, é necessário não só considerar os contextos individuais dos usuários, mas também colocá-los juntos em um novo contexto, o contexto de grupo. O contexto de grupo é mais do que uma coleção de contextos de usuários, pois, é preciso levar em conta conflitos entre os diferentes contextos individuais. Um novo contexto surge apenas quando os usuários estão juntos como um grupo e os conflitos são tratados (PARK et al., 2005).

Group of Devices: num primeiro momento o conceito de grupo de dispositivos é usado para representar a conexão entre dispositivos que estão num mesmo ambiente (*networking*). Entretanto, a ideia proposta neste trabalho vai além disso. O conceito de grupo aqui proposto, pode ser usado para representar qualquer tipo de ligação entre os dispositivos. Por exemplo, um dispositivo pode estar ligado a um grupo de dispositivos que pertencem ao mesmo usuário, ou a um grupo de dispositivo que forneça um determinado serviço, e assim por diante.

UserProfile: o perfil do usuário deve conter informações referentes à sua situação, tais como dados demográficos, geográficos, comportamentais, desejos, preferências e necessidades. Além disso, o perfil pode conter informações referentes ao histórico do usuário e atividades desempenhadas. A definição do perfil do usuário deve contemplar diferentes domínios de aplicação, pois se trata de uma das informações fundamentais para permitir a adaptabilidade das aplicações desenvolvidas no contexto de computação pervasiva.

Activity: pessoas estão sempre executando alguma atividade, mesmo que seja dormir. Essa informação é fundamental para que aplicações possam atuar de forma proativa, pois a atividade do usuário está diretamente associada ao nível de atenção do mesmo. Associado a esse conceito está a noção de tempo (*PeriodOfTime*) dado que toda atividade tem um início e um fim. Note que a noção de tempo (*Time*) é essencial para estabelecer uma ordem cronológica dos fatos, ou um histórico.

Sensor and Actuator: sensores e atuadores são um tipo especial de dispositivo que possuem um papel bem definido no que se refere a provisão de algum serviço. Além disso, sua representação é útil quando é necessário lidar com a noção de *ambiente*. Nesta representação o ambiente é um tipo de informação derivada, que pode ser obtido por meio da combinação de informações dos usuários, dispositivos e com a suas localizações.

Service: em um ambiente pervasivo é comum que dispositivos atuem como provedores de serviços. Esta provisão de serviços está ligada à arquitetura orientada a serviços (SOA). Um serviço, do ponto de vista da SOA, é uma função de um sistema computacional que é disponibilizada a outro sistema. Um serviço deve operar independente do estado de outro serviço, exceto em casos que o serviço é composto, e deve possuir uma interface bem definida, focando na sua funcionalidade. Uma das vantagens da arquitetura orientada a serviços é a possibilidade do estabelecimento de relações mesmo entre aplicações heterogêneas.

Observe que é possível que existam outras classes úteis para aplicações pervasivas e que se encaixam nessa camada, por exemplo, *Event*. No entanto, em termos práticos é impossível representar todas as classes, por isso não foi feita uma lista exaustiva. Optou-se por concentrar os esforços nas classes mais úteis, uma vez que a incorporação de novas classes pode ser feita facilmente estendendo-se o modelo. Para o caso específico, a adição da classe *evento* não afetaria as demais classes, principalmente as que formam o núcleo da ontologia.

4.3.3 Advertising

A camada *Advertising* tem o objetivo de permitir que o modelo contemple características específicas relacionadas à área da propaganda. Para isso, essa camada foi criada com base nas necessidades do gestor de *marketing*, que ao desenvolver uma campanha publicitária, precisa levar em consideração os *objetivos* da propaganda, o *orçamento*, a *estratégia* e a *avaliação* da campanha, descritos na Seção 2.1.1.

Na Figura 4.3 mostra-se uma visão geral do modelo. As camadas *Advertisitig* e *Advertising Properties* são adicionadas ao modelo justamente para contemplar os requisitos da área. Note que os objetivos (*Objective*) e a mensagem (*Message*) são vistos como propriedades específicas do anúncio (*Advertisemnt*) que possui um anunciante responsável (*Advertiser*). A avaliação da efetividade da propaganda pode ser vista como uma consequência da audiência (*AudienceMeasurement*) que consiste na alocação de uma propaganda ao um *Display* que é um dispositivo associado a um consumidor ou conjunto de consumidores (*Consumer*).

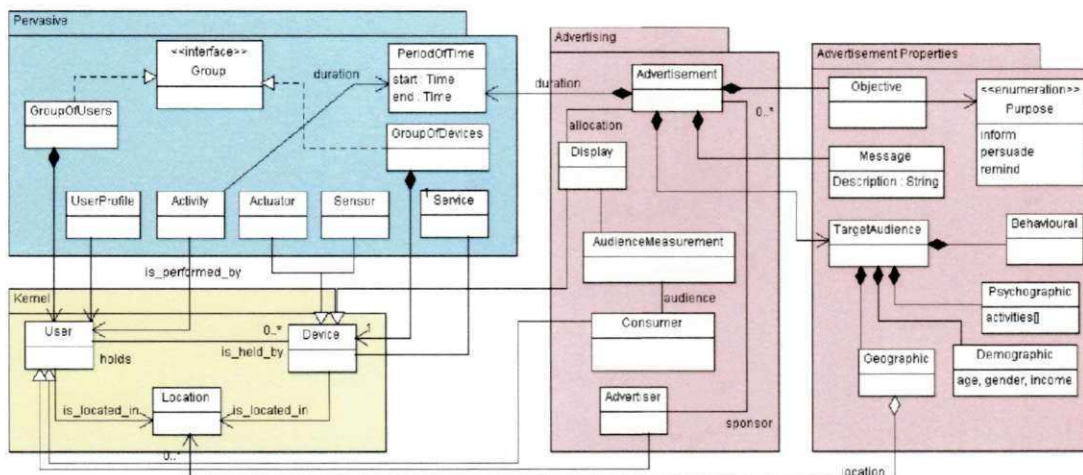


Figura 4.3: Visão geral do modelo. Representação UML da Ontologia criada.

O público-alvo (*TargetAudience*) do anúncio (Figura 4.3) é representado em grupos distintos de acordo com características, necessidades ou comportamentos de acordo com o seu segmento de mercado. Os segmentos mais utilizados, descritos na Seção 2.1.2, na Tabela 2.1, são o geográfico, demográfico, psicográfico e comportamental.

4.4 Considerações

Neste capítulo foi apresentado o USED, um modelo e ontologia desenvolvidos com o objetivo de representar a informação contextual no escopo da computação pervasiva. As principais vantagens desse modelo em relação aos demais existentes são:

- O mesmo pode ser aplicado a vários domínios diferentes sem necessitar de extensões;
- Caso seja necessário, o modelo pode ser facilmente estendido. Isso é possível pois a informação no modelo aqui proposto está acoplada à fonte da informação e não ao domínio da aplicação.

Uma observação importante sobre o modelo é que ele não traz grandes novidades com relação às informações usadas para representar o contexto, mas na forma como elas estão organizadas. A grande vantagem oferecida por essa nova forma de organizar a informação é que ela permite que novas classes de informação sejam adicionadas ao modelo sem causar grandes alterações, tornando o modelo fácil de estender. Isso acontece porque o maior acoplamento acontece entre as classes de informação e a fonte de informação, deixando as classes fracamente acopladas entre si.

O modelo para representação do anúncio aqui descrito permite estabelecer quais são os objetivos do anunciante ao criar uma propaganda. Mais precisamente, ele permite que o sistema esteja ciente: das mídias suportadas pelo anúncio; das características do produto, ou seja, a taxonomia que o descreve; da mensagem a ser transmitida pelo anúncio; do propósito da veiculação do anúncio; em quais segmentos de mercado encontra-se o público-alvo do anúncio; e qual o período em que o anúncio será veiculado. Essas informações formam a base para o estabelecimento de critérios para definir a relevância do anúncio junto aos consumidores e para definir as estratégias de negociação utilizadas pelos agentes que representam os anunciantes.

Capítulo 5

Modelo Multiagente para Aquisição de Informação Contextual

O modelo de negociação, descrito no Capítulo 3, assume que ao iniciar o processo de busca por anúncios relevantes os agentes dos usuários e os agentes dos anunciantes já possuem toda a informação de contexto necessária. No Capítulo 4 detalhou-se o modelo de representação dessa informação. Entretanto, essa informação deve ser obtida de alguma maneira.

Neste capítulo, pretende-se demonstrar como é possível obter a informação contextual de forma transparente para o usuário. Para isso, novos agentes são inseridos ao modelo permitindo que a informação contextual possa ser obtida de diferentes fontes.

5.1 Identificação dos Agentes

O contexto é uma das peças fundamentais para o processo de negociação. É a partir da informação contextual que o *Agente do Usuário* terá parâmetros para decidir, de forma autônoma, se um determinado anúncio pode ser enviado ao usuário e permitir a adaptação dos anúncios às necessidades dos usuários. Portanto, para que a decisão do agente seja acertada é preciso que a informação reflita a realidade do usuário com a maior precisão possível.

O paradigma de computação pervasiva requer um alto nível de autonomia das aplicações, exigindo o mínimo de interações com usuário. Isso se reflete em uma necessidade de formação do contexto sem necessitar que o usuário disponibilize essas informações diretamente, ou melhor, fazendo com que essa disponibilização direta seja minimizada ao máximo. Para

isso, são usados mecanismos que permitam obter essas informações de forma dinâmica e transparente, requisitos essenciais para refletir a evolução do contexto (SHEU et al., 2009). Os principais mecanismos de coleta de informações utilizados neste trabalho são:

Provisão direta pelo usuário: a provisão direta pode ser usada como um forma de obtenção de informações. Mas, é importante que esse tipo de obtenção de dados seja opcional, ou seja, o usuário não é obrigado a informar nada para que o sistema funcione. O *Agente do Usuário* é o responsável pelo gerenciamento desse tipo de informação;

Com base na resposta aos anúncios recebidos: existem mecanismos que permitem saber se um anúncio foi bem aceito pelo usuário. Por exemplo, caso um usuário efetue uma compra a partir de um anúncio recebido pode ser um indicativo que as categorias relacionadas ao anúncio tenham relação com as preferências do usuário. O *Agente do Usuário* e o *Agente do Anunciante* são os responsáveis pela coleta desse tipo de informação;

Informações oriundas das redes sociais: redes sociais são grandes fontes de informação a respeito dos usuários. É possível obter dados demográficos, preferências, identificar amigos, etc. Um novo agente é inserido ao modelo para gerenciar as informações oriundas das redes sociais, o *Agente Social*, que executa diretamente nas redes sociais.

Estatísticas de consumo, aspectos culturais e legais: existem estudos a respeito do comportamento dos consumidores que conseguem relacionar algumas características com preferências gerais. Por exemplo, dados estatísticos mostram que 70% das mulheres gostam de chocolate. Isso significa, em hipótese, que se um usuário é do sexo feminino há uma probabilidade de 70% de que esse usuário goste de chocolate. Essas informações estão organizadas em regras e para gerenciá-las foi criado o agente *Gestor de Regras*;

Informações associadas aos locais visitados pelo usuário: é muito comum que pessoas com perfil parecido costumem frequentar um determinado local. Por exemplo, restaurantes finos e lojas de roupas de grife costumam ser frequentados por pessoas com alto poder aquisitivo. A ideia é que esses locais possuam algum dispositivo para veiculação de propagandas, na linha de *Digital Signage*. Nestes dispositivos está em execução um

agente que controla o contexto do grupo de pessoas associadas a esse local, o *Agente de Grupo* que também é responsável pela coleta das informações relativas ao local.

Conforme pode ser observado, essas fontes de informação contextual requerem que novos agentes sejam inseridos ao modelo. Esses novos agentes auxiliam o *Agente do Usuário* a compor o contexto do usuário conforme mostrado na Figura 5.1.



Figura 5.1: Adição de novos agentes ao modelo para auxiliar o *Agente do Usuário* a compor o contexto do usuário.

5.1.1 *Agente Social*

O comportamento social é atualmente um dos grandes desafios encarados pela ciência da computação. Pessoas naturalmente convivem em sociedade, formando grupos e relacionando-se umas com as outras. A habilidade de agrupar-se caminha lado a lado com a habilidade de comunicar-se. Nos últimos tempos a humanidade tem vivenciado grandes mudanças nas formas de comunicação juntamente com os novos meios de comunicação (e.g., telefone, rádio e televisão). O surgimento da internet causou uma verdadeira revolução nesse cenário, principalmente após o surgimento dos sistemas que permitem que as pessoas comuniquem-se por meio de comunidades virtuais, fortalecendo os laços de suas redes sociais.

O comportamento de um consumidor é altamente influenciado por fatores sociais, em particular pelos pequenos grupos como família e amigos. Esse comportamento vem sendo estudado pela computação, principalmente nos últimos tempos, após o sucesso de sistemas com base em redes sociais (e.g., Facebook, Orkut, twitter e LinkedIn). De um modo geral, esses sistemas são capazes de lidar com a influência que os relacionamentos possuem sobre as decisões que os usuários tomam. Portanto, as informações provenientes do convívio social dos usuários e da influência de seus círculos de relacionamento em suas decisões podem

ser vistas como fator determinante para uma representação mais fidedigna do contexto do usuário.

Nessa conjuntura, o *Agente Social* é responsável pela gerência das informações das redes sociais, que após tratadas são passadas para *Agente do Usuário* para ajudar na definição do contexto do usuário.

5.1.2 Gestor de Regras

Existe uma série de fatores que podem ajudar a determinar se um anúncio é adequado a um determinado usuário. Estes fatores, que envolvem aspectos legais, culturais e estatísticas de consumo ajudam a determinar o perfil do usuário. Por exemplo, um usuário no *Brasil*, cuja idade é menor que 18 anos, não está apto a receber anúncios de bebidas alcoólicas. Isso porque de acordo com a legislação brasileira é ilegal a venda de bebidas alcoólicas a menores de idade. Entretanto, essa informação não está associada ao usuário, mas sim ao contexto da legislação brasileira, que se aplica ao contexto desse usuário.

É possível, também, fazer uso de dados estatísticos. Por exemplo, imagine um cenário onde o agente tem a informação que um determinado usuário é do sexo feminino e tem 56 anos, entretanto não há nenhuma informação com relação a sua preferência por automóveis. Então como determinar se um anúncio de automóvel pode ser relevante para esse usuário? Ou ainda, dado que sabe-se que ele tem interesse por automóvel, é possível determinar sua preferência por um determinado tipo de automóvel? A priori seria muito difícil determinar as preferências do usuário conhecendo apenas sua idade e gênero. Entretanto, é possível fazer uso de estatísticas de mercado para inferir a preferência do usuário. Por exemplo, uma reportagem acerca da influência da mulher no mercado automobilístico (PEREZ, 2011), mostra que:

Estatísticas de Consumo

- 40% das compras de carros novos são feitas por *mulheres*.
- Para o caso específico do veículo *Citroën C3*, esse índice aumenta para 58%.
- *Mulher* influencia até 90% das compras de carro.

Esse tipo de informação, seja legal, cultural ou dados de consumo, são tratados como regras gerenciadas pelo *Gestor de Regras*. Cabe ainda ao *Gestor de Regras* identificar políticas

conflitantes, dado que as regras provêm de fontes diversificadas e possuem um certo grau de incerteza associada.

5.1.3 *Agente de Grupo*

O *Agente de Grupo* é responsável por gerenciar as informações associadas a uma determinada localização, incluindo o contexto de grupo dos usuários. Ou seja, usuários que estão em uma mesma localização podem formar um grupo, mesmo que não haja um vínculo de relacionamento direto entre essas pessoas. Isso é importante dentro do escopo de aplicações onde anúncios são exibidos num contexto de *Digital Signage*. Note que nestes cenários há uma menor exigência no que se refere à relevância do anúncio para todos, dado que esses dispositivos não são de uso pessoal.

Uma das maiores tarefas do *Agente de Grupo* consiste na formação do contexto de grupo. O contexto do grupo conta com as mesmas informações do contexto individual, entretanto a formação do contexto de grupo vai além de uma união de contextos. Por exemplo, imagine que dois usuários estão num mesmo ambiente, um deles tem 22 *anos* de idade enquanto o outro tem 64 *anos*. Então, na hora de tratá-los como uma unidade qual deverá ser a “idade” atribuída ao grupo? Se atribuir a idade de algum deles (i.e., 22 ou 64 *anos*), o outro será negligenciado, se fizer uma média (i.e., 43 *anos*) pode ser que sejam exibidos anúncios sem relevância para ambos.

Outra tarefa que cabe ao *Agente de Grupo* é a de manter informações relativas ao perfil de público que costuma frequentar um dado lugar. Por exemplo, um salão de beleza costuma ter clientes do sexo feminino, com idade acima de 50 anos e poder aquisitivo elevado. Essa informação pode ser utilizada posteriormente para ajudar o *Agente do Usuário* a definir o perfil de um determinado usuário com base nos locais que o mesmo costuma frequentar.

5.2 Modelo de Aquisição de Informação

No decorrer desta seção descreve-se como ocorre a comunicação entre os agentes para execução das principais tarefas do sistema, onde esses agentes podem ser agentes humanos ou de *software*. Dentre as tarefas onde a comunicação é necessária, destacam-se o gerenciamento do anúncio; a formação do contexto do usuário; e a formação do contexto de grupo.

No decorrer desta seção é detalhado cada um desses processos.

5.2.1 Gerenciamento do Anúncio

O anúncio precisa conter uma série de informações passadas pelo anunciante no momento em que é inserido no sistema. Essas informações devem ser capazes de descrever o objetivo (e.g., informar ou persuadir); a meta de divulgação (i.e., quantidade de anúncios); o público-alvo do anúncio (e.g., faixa-etária, gênero e preferências); e o período de veiculação. É a partir dessas informações que o *Agente do Anunciante* traça sua estratégia de negociação.

O anunciante pode acompanhar o andamento da divulgação, verificando a quantidade de acordos feitos e dados relativos a esses acordos. Isso permite ao anunciante avaliar o impacto do produto no mercado. Na Figura 5.2 ilustra-se como o anunciante pode editar ou acessar as informações do *Agente do Anunciante*.

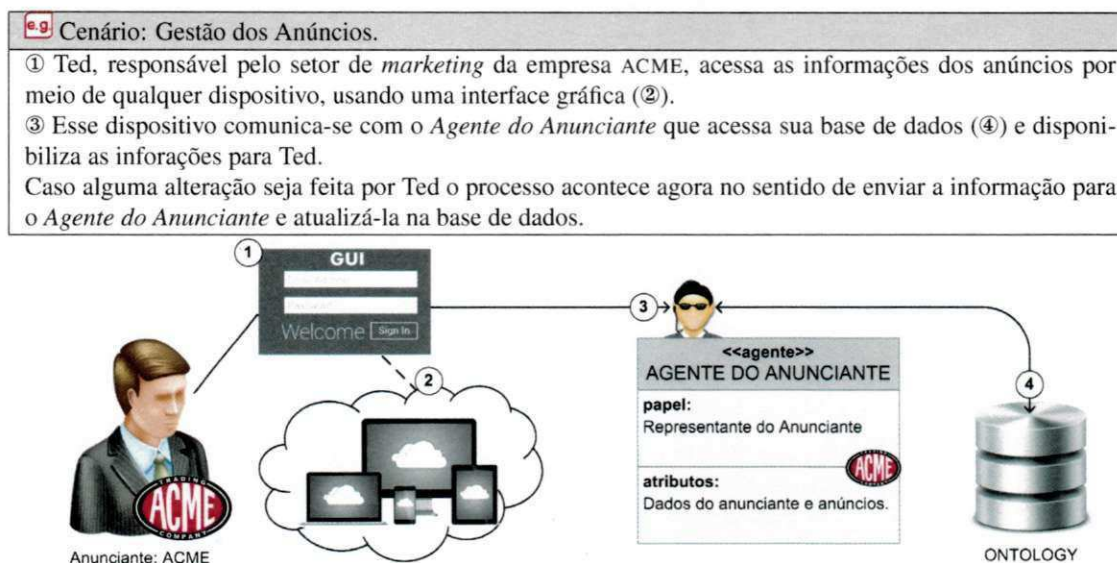



Figura 5.2: Gerenciamento dos anúncios.

5.2.2 Aquisição de Informação Contextual do Usuário

A informação contextual é dinâmica, isso é um fato. Por exemplo, existe um grande número de aplicações que fazem uso da informação da localização do usuário (*informação de contexto*), e sabe-se que pessoas normalmente estão se deslocando (*dinamicidade da informação*).

Solicitar que o usuário informe explicitamente sua localização para o correto funcionamento de uma aplicação é algo inviável. Mesmo porque, isso foge do que é pregado pela computação pervasiva, no qual as aplicações é que devem se integrar ao modo de vida dos usuários.

No decorrer desta seção detalham-se os mecanismos utilizados para obter e gerenciar o contexto do usuário. Os critérios para obtenção da informação são os definidos na Seção 5.1

 Nota:
Para facilitar o entendimento do processo de formação do contexto, será considerado como esse processo pode ocorrer com um usuário fictício: Bob. Os exemplos mostrados nessa seção levarão em conta a formação do contexto de Bob.

A partir de Informações Providas Diretamente pelo Usuário

Embora o contexto do usuário possua um caráter dinâmico, isso não se aplica a todas as informações. Por exemplo, informações demográficas de um modo geral, tais como gênero, idade e rendimentos não mudam constantemente.

Para esse tipo de informação o usuário tem a possibilidade de interagir com o sistema, dado que é uma tarefa que não precisa ser repetida, por haver pouca mudança. Entretanto isso não é mandatório para o funcionamento do sistemas, ou seja, caso o usuário não queira fornecer nenhuma informação, ele tem total liberdade para tal, porém se o mesmo sentir-se a vontade e disposto a fazer isso o sistema deve estar preparado.

No intuito de permitir que o usuário possa, não só fornecer dados referentes ao seu contexto, mas também ter acesso às suas informações pessoais, o sistema oferece uma interface para interação com o usuário. Na Figura 5.3 é mostrado como acontece o processo de provisão direta de informação contextual. Nesse processo o usuário pode ter acesso às informações por meio de qualquer dispositivo com acesso Web, inclusive *smartphones*.

A partir desse canal Web o *Agente do Usuário* recupera a informação do contexto e as exibe para o usuário, permitindo também que o mesmo possa editá-la. Além disso, o usuário pode consultar o histórico de anúncios exibidos, relatórios sobre as visualizações de anúncios, saber quais os motivos que levaram a exibição de um determinado anúncio e consultar seu saldo em *tickets*.

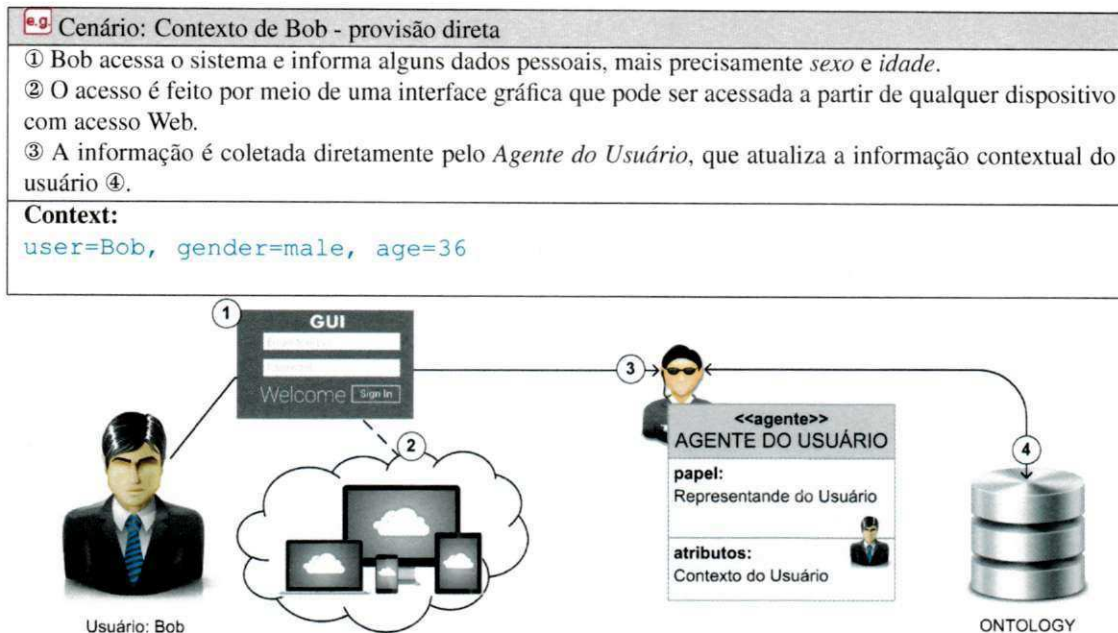


Figura 5.3: Aquisição da informação contextual: provisão direta pelo usuário.

Usando Informações das Redes Sociais

As redes sociais estão a cada dia mais populares sendo uma grande fonte de informação contextual. O acesso às redes também está facilitado, sendo cada vez mais frequente a sua utilização. Mediante esse cenário, onde pessoas interagem com e por meio de redes sociais, torna-se indispensável a coleta de dados oriundos delas. Para isso, a arquitetura aqui descrita conta com o *Agente Social*, que monitora a utilização dos redes sociais e na medida em que novas informações são detectadas, estas são enviadas ao *Agente do Usuário*.

A quantidade de informação que pode ser obtida das redes sociais é imensa. A partir delas, pode-se determinar até mesmo o nível de influência que um usuário tem sobre outro. Isso sem mencionar informações mais facilmente inferidas como orientação sexual, etnia, opiniões religiosas e políticas, traços de personalidade, inteligência, o uso de substâncias que causam dependência, separação dos pais, idade e gênero (KOSINSKI et al., 2013).

Na Figura 5.4 mostra-se um cenário no qual o usuário Bob é convidado para um evento com um grupo de ciclistas. Uma vez que Bob confirma a participação no evento o *Agente Social* passa a fazer inferências sobre o seu contexto. De imediato, o agente infere que Bob tem interesse pela atividade de ciclismo (`preferences=[<cycling:70>]`) com um fator de certeza associado de 70%. Caso a atividade de ciclismo já fizesse parte do contexto de

Bob esse fator seria incrementado. Além disso é possível inferir que Bob deverá praticar a atividade de ciclismo no dia agendado.

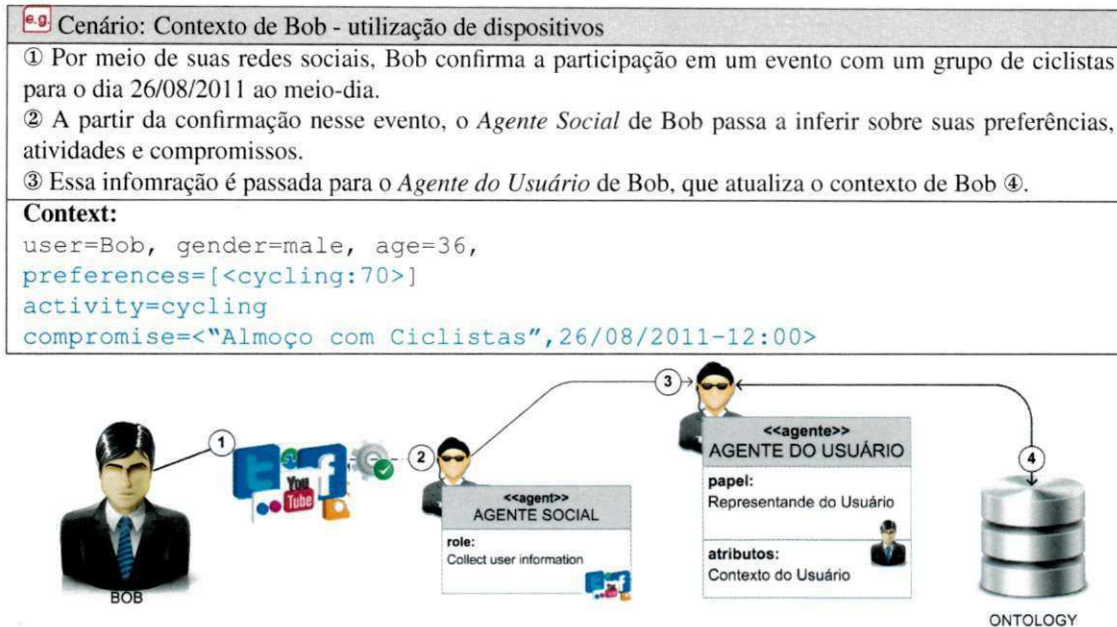


Figura 5.4: Aquisição de informação contextual: proveniente das redes sociais.

Fazendo uso de Estatísticas de Mercado, Aspectos Culturais e Legislação

É muito comum que consumidores que possuam algumas características em comum comportem-se de modo semelhante mediante determinados anúncios. Por exemplo, pessoas do sexo feminino costumam ter uma atitude positivista com relação a produtos do setor de cosméticos.

Na Figura 5.5 é exibido um cenário em que se sabe que o usuário *Bob* é do gênero masculino. Com base nessa informação o *Agente do Usuário* de Bob solicita ao *Gestor de Regras* por informações, ou regras, que tenham relação com essa informação para incrementar/aperfeiçoar o perfil de Bob.

Para o escopo deste trabalho, são considerados três tipos de informação que podem utilizadas com essa finalidade, tratadas aqui como **regras** a serem usadas pelos agentes, são elas: (i) informações oriundas de estatísticas de consumo; (ii) informações associadas a aspectos culturais; e (iii) informações relativas a aspectos legais, dentro de uma determinada cultura. A utilização dessas regras baseia-se na hipótese de que a partir do momento que se sabe

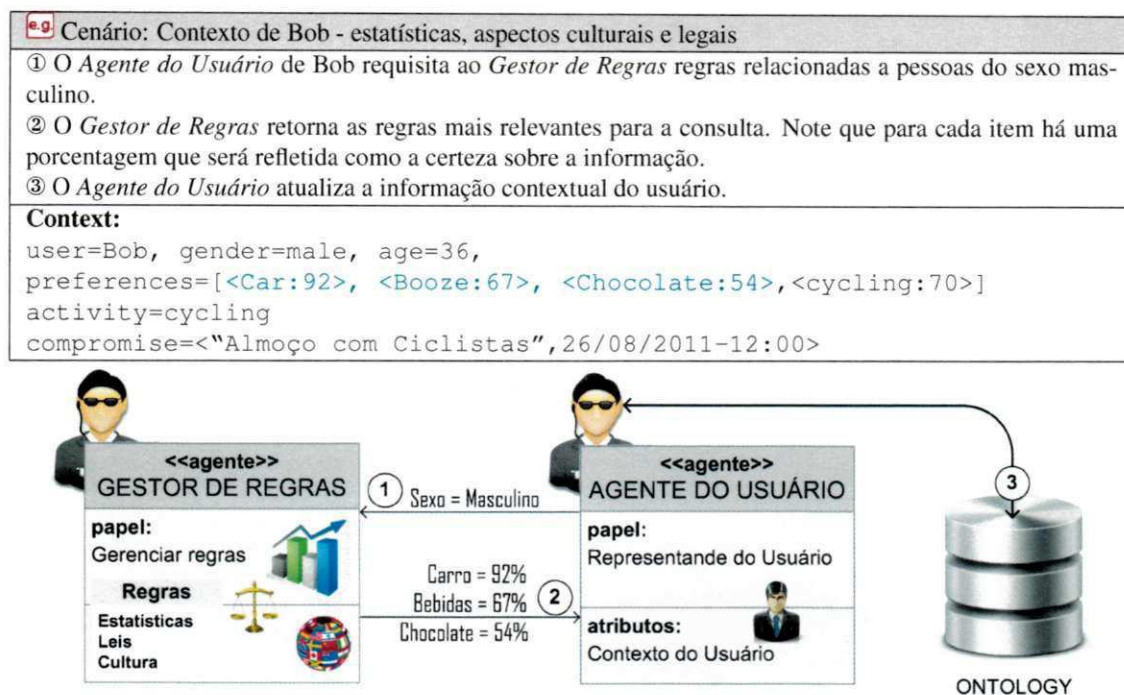


Figura 5.5: Aquisição da informação contextual: com base nas estatísticas de mercado, aspectos culturais e legislação.

alguma informação do usuário, é possível inferir outras informações específicas a partir do que se sabe sobre o comportamento geral.

As regras usadas para facilitar o processo de formação de contexto e negociação podem ser oriundas de fontes diferentes. Essas fontes podem trazer regras que possuam informações conflitantes. Por exemplo, o IBOPE divulgou recentemente que: *45% dos adolescentes paulistas de 12 a 17 anos já consumiram bebida alcoólica*. Isso pode levar o sistema a inferir que seja relevante um anúncio de bebida alcoólica para um usuário com esse perfil. Entretanto, existe outra regra, oriunda da legislação brasileira que diz que: *é proibida a venda de bebidas alcoólicas à menores de 18 anos*.

Utilizando Dados dos Locais Frequentados

Outra hipótese é de que seja possível inferir sobre o perfil do usuário com base nos locais que o mesmo costuma frequentar. Por exemplo, um usuário que frequenta restaurantes “caros” e “lojas de grife” muito provavelmente tem um poder aquisitivo elevado e pode-se inferir sobre sua classe social. Ou ainda, um usuário que frequenta lojas de materiais esportivos

deve gostar de esportes.

Para isso, primeiro é necessário identificar o tipo de usuário que frequenta um determinado local. Vale ressaltar que para alguns locais, onde existe uma heterogeneidade de pessoas, essa tarefa pode ser difícil de ser realizada. Por exemplo, em um aeroporto, há pessoas com os mais variados perfis, mas, mesmo assim, em determinados estabelecimentos do aeroporto é possível traçar um perfil de usuário.

Uma vez que os locais possuem uma “identificação” do perfil do seu consumidor, é possível obter informações sobre um determinado usuário com base no histórico de locais frequentados. Na Figura 5.6 ilustra-se um cenário no qual Bob faz compras em uma loja de roupas. Essa loja costuma ser frequentada por homens de classe média com faixa etária entre 30 e 40 anos. Essa informação referente ao público-alvo do local permite ao *Agente Social* refinar o contexto de Bob.

<p>e.g. Cenário: Contexto de Bob - a partir do local</p> <p>① Bob está numa loja de roupas. Sua presença no ambiente é detectada.</p> <p>② O <i>Agente de Grupo</i> envia a informação do “perfil” dos frequentadores do local para o <i>Agente do Usuário</i> de Bob. Uma característica marcante dessa loja é que seus frequentadores são homens de classe média com faixa etária entre 30 e 40 anos</p> <p>③ O <i>Agente do Usuário</i> processa essa informação e atualiza o contexto de Bob. O processo inverso também ocorre para estabelecimento do perfil dos frequentadores do local.</p> <p>Context: user=Bob, gender=male, age=36, preferences=[<car:92>, <booze:67>, <chocolate:54>, <cycling:70>] compromise=< "Almoço com Ciclistas", 26/08/2011-12:00> social_class=middle:75</p>
--



Figura 5.6: Aquisição de informação contextual: baseando-se nos locais frequentados pelo consumidor.

Além disso, as informações de Bob são passadas para o *Agente de Grupo*, sem que Bob seja identificado, para que o contexto de grupo seja criado pelo *Agente de Grupo*. Nesse sentido, o *Agente de Grupo* precisa lidar com dois tipos de contexto de grupo: o imediato, que representa as pessoas que estão presentes num dado momento; e o geral, que representa

o contexto geral das pessoas que estiveram no ambiente no decorrer do tempo.

Na Figura 5.7 é mostrado um cenário no qual o contexto imediato é formado. Neste cenário estudantes estão participando de um congresso de engenharia realizado em um hotel com um painel digital (i.e., Digital Signage). Destaque para possibilidades de conflito durante o processo.

e.g. Cenário: Formação do Contexto do Grupo

- ① Está havendo um congresso na área de engenharia em um hotel e há um dispositivo usado para sinalização digital.
- ② O *Agente de Grupo* coleta as informações das pessoas que estão nas proximidades do painel e forma o contexto de grupo. Com base nessas informações o *Agente de Grupo* forma o contexto com informações referentes a faixa etária do grupo e interesses em comum.
- ③ Entretanto não é possível identificar o gênero do grupo pois trata-se de um grupo heterogêneo no que se refere a essa característica.



Figura 5.7: Formação do contexto do grupo.

Com base no Histórico dos Anúncios Visualizados

Outra forma de saber sobre as preferências do usuário, é por meio do histórico de avaliação de anúncios recebidos. Para cada anúncio enviado ao usuário é feito um *contrato* entre o *Agente do Anunciante* e o *Agente do Usuário*. Dado que o anúncio é exibido ao usuário é possível obter informações sobre seu interesse no anúncio. Obviamente que o sistema não pode contar com uma avaliação explícita do usuário, mas é possível desenvolver mecanismos para isso. Por exemplo, um anúncio que o usuário “segue” provavelmente despertou o seu interesse. Com isso, é possível que o sistema aprenda sobre suas preferências. Por exemplo,

um dado usuário possui idade de 45 anos e essa informação é correta, pois, neste cenário foi provida diretamente pelo usuário. Entretanto, verifica-se que anúncios que são voltados a um público-alvo mais jovem (18-25 anos) possuem um nível maior de aceitação junto ao usuário. Com isso, o sistema pode inferir que anúncios com foco no público-alvo jovem são relevantes para o usuário, embora sua idade real seja mais avançada.

Na Figura 5.8 ilustra-se um cenário em que um anúncio de uma bicicleta é enviado para Bob. A partir do interesse de Bob pelo anúncio é possível aumentar o fator de certeza associado à preferência de Bob por ciclismo.

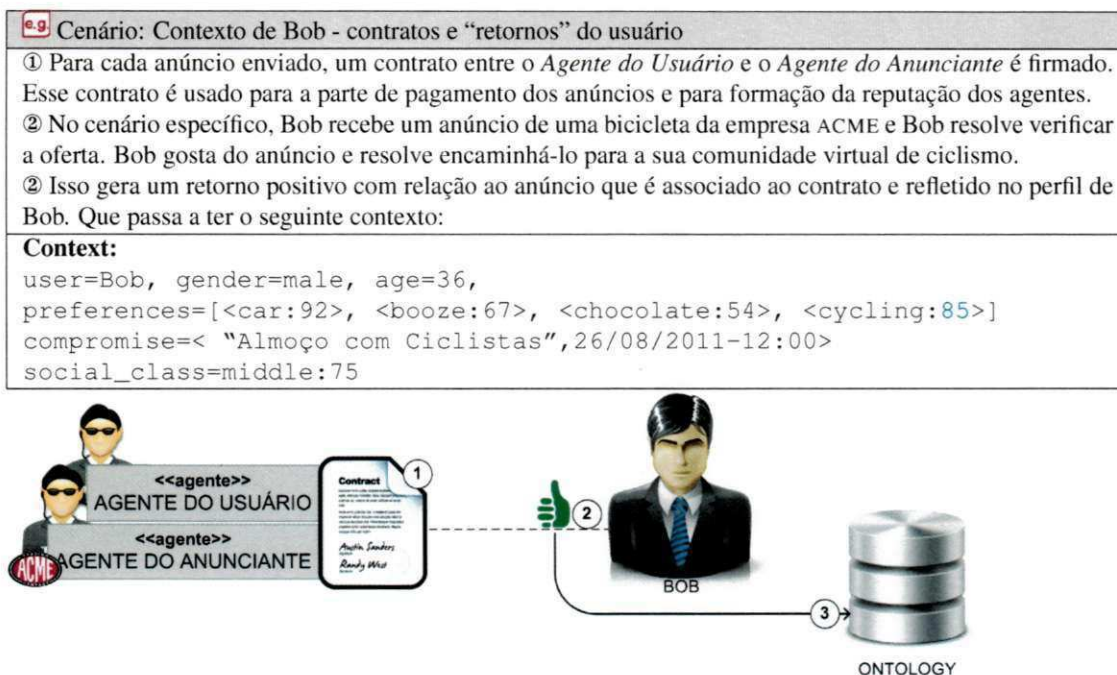


Figura 5.8: Aquisição de informação contextual: proveniente dos retornos do consumidor aos anúncios exibidos.

Outro aspecto importante, que pode ser feito com base nos contratos, é o de estabelecimento de uma relação de confiança entre os agentes envolvidos. Por exemplo, caso algum *Agente do Anunciante* use de “má fé” e envie anúncios não condizentes com a descrição fornecida, é possível que os usuários o “avaliem” negativamente, fazendo com que outros agentes criem uma certa resistência em receber anúncios provindos dele. O mesmo acontece para usuários que indica um anúncio a outro usuário, onde a confiança entre eles influenciará a decisão do agente na recepção do anúncio.

5.3 Considerações

Neste capítulo foi descrito o modelo multiagente de obtenção de informação contextual. As principais características deste modelo é que ele permite que a informação seja obtida dinamicamente a partir da execução de atividades comuns ao cotidiano do usuário. Por exemplo, a partir das redes sociais e por meio do histórico de locais frequentados.

A utilização desses mecanismos permite que essa coleta seja transparente para o usuário pois não requer que o mesmo tenha que informar nada explicitamente para o modelo. Embora a provisão direta seja uma opção de obtenção de informação, isso não consiste em uma etapa obrigatória. Por exemplo, o gênero e idade que foram as informações que o usuário proveu podem ser obtidas a partir dos locais frequentados.

Esse modelo permite ainda que o anunciante transmita ao sistema as informações necessárias para que seus objetivos sejam satisfeitos. Note que ainda não existe nenhuma proposta de obtenção automática de público-alvo do anúncio. Mas é possível que o sistema seja capaz, a partir do retorno dos usuários, de identificar características dos consumidores que se identificam o anúncio e passar a entender melhor as características de seu público-alvo.

Esse modelo foi concebido baseando em várias hipóteses. Essas hipóteses visam derivar o contexto a partir, por exemplo, da localização do usuário; a partir de regras estatísticas; ou a partir das redes sociais. No Capítulo 6, são descritos alguns experimentos que visam confirmar ou refutar tais hipóteses.

Capítulo 6

Validação do Modelo de Aquisição de Informação Contextual

Encontrar um equilíbrio entre os interesses dos consumidores e as intenções dos anunciantes é fundamental para a Propaganda Pervasiva. Neste trabalho a utilização de informação contextual aparece como uma premissa para obtenção desse equilíbrio.

Entretanto, algumas questões relacionadas ao uso da informação contextual devem ser respondidas. As principais questões de pesquisa relacionadas ao uso da informação contextual são:

Q₁: A informação contextual pode ser usada para determinar a relevância de um anúncio para um consumidor?

Q₂: É possível representar e obter a informação contextual dos consumidores de forma dinâmica e transparente?

Para responder essas questões, experimentos foram realizados, conforme a seguir.

6.1 Experimentos Realizados

Os experimentos, descritos no decorrer dessa seção, foram:

Relevância mediante Gênero e Idade: a motivação para esse experimento é saber se com pouca informação, *a priori*, a informação que pode ser provida diretamente pelo

usuário, é possível obter anúncios mais relevantes que por meio do envio aleatório. A observação para a formulação dessa hipótese é que o público feminino e o masculino têm interesses divergentes para boa parte dos produtos, o mesmo também é observado para público com idades distintas.

Inferência do Contexto do Usuário com Base nos Locais Frequentados: a partir da observação que determinados locais costumam ter um público específico, criou-se esse experimento para verificar se é possível inferir sobre as características de gênero, idade, classe social e preferências de um usuário com base nos locais que ele frequenta. Por exemplo, casas de show costumam ser frequentadas pelo público jovem. Algumas livrarias costumam ser frequentadas por pessoas de classe social entre A e C.

Relevância do Anúncio com Base em Estatísticas de Consumo: uma vez que existem muitas estatísticas sobre o que determinados perfis de consumidores costumam comprar, foi feito um experimento para avaliar se essa métrica pode ser usada para determinar a relevância do anúncio com base nessas estatísticas. Para ter um critério de sucesso associado ao experimento foi feita uma comparação com o algoritmo de recomendação por filtragem colaborativa.

A seguir estes experimentos são descritos.

6.1.1 Relevância mediante Gênero e Idade

Este experimento foi realizado com a intenção de responder a seguinte pergunta. *É possível que a solução multiagente desenvolvida ofereça anúncios relevantes, usando apenas informações básicas?* Para isso, o modelo de negociação tomou como ponto de partida as informações de gênero e idade dos consumidores. A escolha dessas informações se deu por se tratarem de informações simples que o usuário geralmente não oferece resistência em oferecer.

Sujeitos e Objetos

Essa pesquisa caracteriza-se pela necessidade de validação por parte dos usuários de que o modelo consegue trazer anúncios relevantes. Desse modo temos os seguinte sujeitos e

objetos envolvidos na mesma:

Sujeitos: consumidores. Ou seja, pessoas com as mais variadas características, mas que possuam um mínimo de conhecimento para preencher um formulário *on-line*;

Objetos: servidor (onde o sistema estará executando) e computadores (para que as pessoas passem informações referentes ao contexto delas).

Caracterização do Contexto

caracteriza-se o contexto do experimento como sendo *on-line*, realizado por estudantes abordando um problema real focando em um aspecto específico. Pode-se ainda dizer que o contexto do experimento é caracterizado da seguinte forma:

Objeto de Estudo: modelo para entrega de anúncios relevantes, considerando gênero e idade dos consumidores;

Finalidade: caracterizar a relevância do anúncio junto aos usuários;

Foco de Qualidade: eficácia do algoritmo;

Perspectiva: essa avaliação é feita sob a perspectiva dos consumidores;

Contexto: entrega de anúncios relevantes utilizando uma abordagem multiagente.

Objetivos da Pesquisa

Objetivo da pesquisa é *analisar* o modelo para entrega de anúncios relevantes, considerando gênero e idade dos consumidores *com a intenção de* caracterizar a relevância do anúncio *com respeito à* eficácia do algoritmo *do ponto de vista dos* consumidores *no contexto de* entrega de anúncios relevantes utilizando uma abordagem multiagente.

Seleção de Variáveis

Para este experimento, foram selecionadas as seguintes variáveis:

Variáveis independentes: As variáveis independentes utilizadas neste estudo são:

- anúncio;

- usuário.

Variáveis dependentes: As variáveis dependentes são:

- A função que retorna o nível de interesse de um usuário em um anúncio:
 $\Gamma(Ad, User)$;
- O nível de satisfação dos usuários com relação ao resultado, ou seja, a porcentagem (%) de acerto da função.

Obtenção dos Dados

O processo de obtenção dos dados se fez por meio de um formulário Web, onde o usuário entrava com seus dados (gênero e idade) e ao final lhe eram apresentados 5 (cinco) anúncios distintos, estes anúncios eram gerados a partir dos algoritmos Modelo e Aleatório. Para cada anúncio apresentado ao usuário, o mesmo informava se o anúncio foi relevante ou não.

Durante o período de obtenção dos dados, 124 usuários participaram e responderam à pesquisa, assim, para a nossa variável dependente obteve-se uma amostra de tamanho 608, ou seja, um valor de resposta para cada um dos anúncios apresentados.

Análise dos Dados

A análise foi feita considerando as seguintes formas de envio dos anúncios:

- Envio Aleatório: onde o anúncio era escolhido de forma aleatória para o usuário;
- Envio considerando o gênero: o modelo selecionava anúncios que combinassem com o gênero do usuário;
- Envio considerando a idade: o modelo selecionava anúncios que combinassem com a idade do usuário;
- Envio considerando gênero e idade: o modelo selecionava anúncios que combinassem com o gênero e idade do usuário;

A análise das respostas dos usuários revelou que a utilização de algum critério para determinar a relevância do anúncio se mostra mais eficiente que o envio aleatório (Figura 6.1(a)).

Quando se utiliza ambos os critérios de gênero e idade essa diferença é ainda maior (Figura 6.1(b)), obtendo-se uma melhora de 25% em comparação ao envio aleatório.

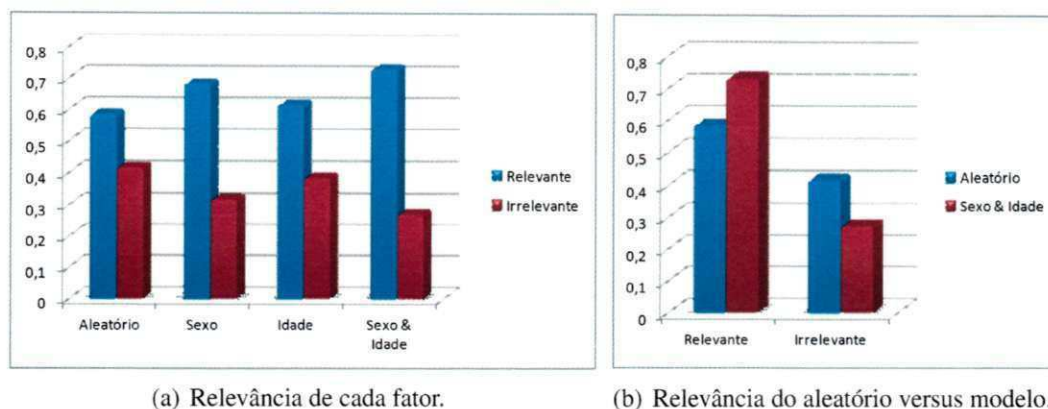


Figura 6.1: Acurácia em determinar a relevância dos anúncios.

Considerações sobre o Experimento

Uma observação interessante é que, de acordo com o experimento, a utilização da idade não trouxe grandes melhoras em relação ao envio aleatório. Uma análise sobre o que poderia ter causado essa proximidade revelou que a base de anúncios utilizada fornecia pouca variação com relação a esse aspecto. Isso influenciou também no alto índice de acerto do envio aleatório, que chegou a 57%.

Outra coisa interessante detectada na pesquisa é que boa parte dos anúncios enviados utilizando-se do filtro de gênero e idade, que tiveram avaliação negativa, estavam relacionados com bebidas alcoólicas. Isso mostra que alguns produtos precisam de mais informações sobre o perfil dos usuários para determinar a relevância do anúncio.

Embora perceba-se claramente que novos experimentos precisem ser elaborados, os resultados mostram que a utilização do modelo trouxe um aumento significativo na relevância dos anúncios.

6.1.2 Relevância do Anúncio com Base em Estatísticas de Consumo

Esse experimento foi conduzido para investigar a hipótese de que é possível inferir sobre a relevância do anúncio com base em dados estatísticos, mediante informações básicas do consumidor como gênero, idade e classe social. Por exemplo, dado que existe uma análise

estatística que mostra 70% das mulheres gostam de chocolate, parece razoável afirmar que há uma grande possibilidade de uma mulher gostar de um anúncio de chocolate. Isso é importante principalmente num cenário onde se tem poucas informações sobre o usuário.

A maior parte das estatísticas utilizadas foi obtida do *IPC Maps 2011* que conta com dados dos Censos de 2000 e 2010, além dos dados da Contagem Populacional de 2007, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios e Contas Consolidadas da Nação entre 2001 a 2009 e das pesquisas intercensitárias, sobretudo as realizadas sobre o padrão de consumo da população brasileira (IPC MARKETING EDITORA LTDA, 2011).

Para avaliar o nível de sucesso da abordagem, o experimento analisou também o comportamento da abordagem de filtragem colaborativa, uma das técnicas mais usadas por sistemas de recomendação. Nessa abordagem, o usuário receberá anúncios com base nos anúncios relevantes de pessoas com perfil similar ao dele.

Obtenção dos Dados

O experimento contou com a participação de 73 usuários, onde o entrevistado preenchia um formulário com seus dados pessoais e em seguida eram exibidos os anúncios, um total de 30 para cada abordagem por usuário, totalizando 2190 avaliações para cada abordagem. O experimento conseguiu obter uma amostra bem variada no que se refere à idade, gênero e classe social dos entrevistados (Figura 6.2).

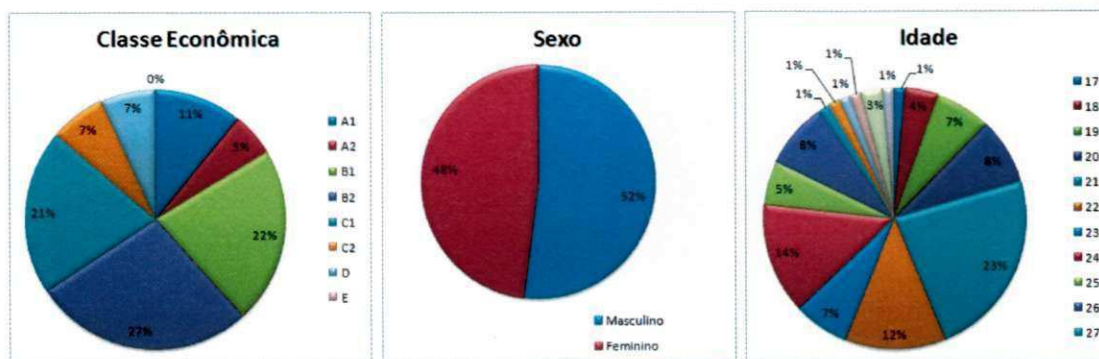


Figura 6.2: Distribuição da amostra por classe econômica, gênero e idade.

Análise dos Dados

O experimento sugere que a utilização de dados estatísticos é uma abordagem interessante para o cenário em que se tem poucas informações a respeito do consumidor. Os dados gerais mostram que o uso desta abordagem obteve um índice médio de acerto de 43.1% contra 22.0% da abordagem por filtragem colaborativa. Na Figura 6.3 é possível acompanhar a evolução do índice de acerto dos algoritmos, em termos percentuais, na medida em que a quantidade de usuários entrevistados aumenta.

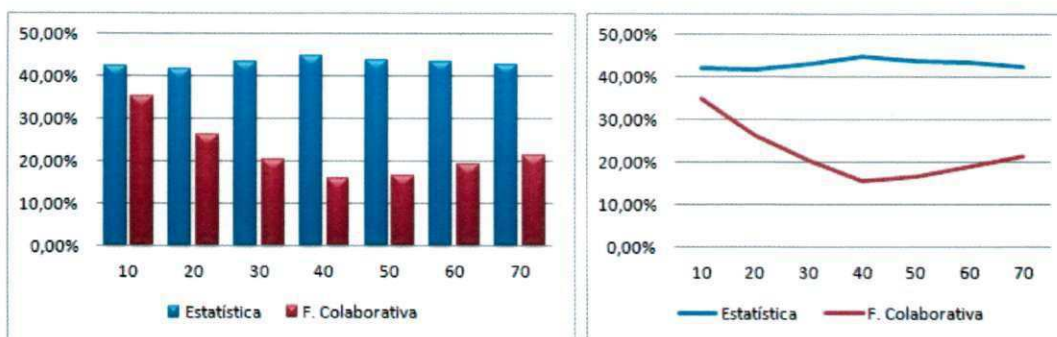


Figura 6.3: Relevância dos anúncios em termos percentuais à medida que aumenta a quantidade de avaliações.

É importante destacar que o algoritmo de filtragem colaborativa baseia-se nas avaliações (colaboração) dos usuários para poder fazer recomendações mais precisas. Isso pode ser notado observando-se a linha de evolução dos algoritmos em termos brutos, ou seja, com o resultado integral das avaliações. Na Figura 6.4 é possível observar que a curva de crescimento da abordagem estatística é constante, enquanto que na filtragem colaborativa, há um aumento perceptível na curva de acertos a partir da quadragésima avaliação.

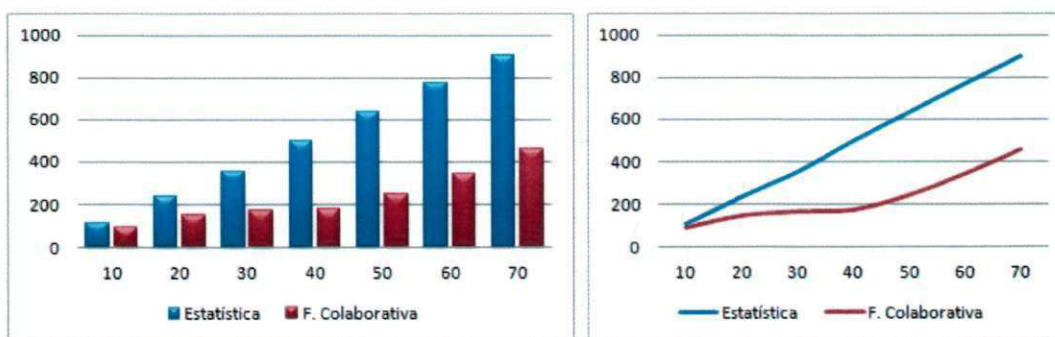


Figura 6.4: Relevância dos anúncios à medida que aumenta a quantidade de avaliações.

Considerações sobre o Experimento

O experimento trouxe dados interessantes no que se refere a utilização de estatísticas como métrica para determinar a relevância do anúncio. Foi possível detectar no experimento, é que o anúncio apontado como mais relevante pelo algoritmo estatístico, ou seja, o primeiro exibido, obteve um índice de acerto em torno de 65%. Isso mostra que num cenário de utilização mais real, o algoritmo pode trazer anúncio mais relevantes que a média obtida no experimento, que baseia-se no envio de 30 anúncio para cada algoritmo.

Outra constatação com relação ao experimento com relação às estatísticas é que ele reflete com certa exatidão o fator de certeza das estatísticas. Por exemplo, a anúncio de chocolate, que pelas estatísticas tinha uma probabilidade de 66% de ser relevante, obteve esse índice de relevância nas avaliações dos usuários. Ou seja, 66% dos anúncios de chocolate enviados foram marcados como relevantes.

Com base nos resultados obtidos é possível afirmar que o uso de dados estatísticos conseguiu superar a abordagem de filtragem colaborativa, para o cenário em que pouco se sabe sobre o usuário ou sobre as avaliações dos anúncios.

6.1.3 Inferência sobre o Perfil do Usuário com Base nos Locais Frequentados

Esse experimento foi realizado para verificar hipótese de é que é possível inferir sobre o gênero, a idade, a classe social e as preferências dos consumidores com bases nos locais que o mesmo costuma frequentar.

Sujeitos e Objetos

Essa pesquisa caracteriza-se pela necessidade de validação por parte dos usuários de que o modelo consegue inferir sobre seu gênero, idade, classe social e preferências e trazer anúncios relevantes. Desse modo temos os seguinte sujeitos e objetos envolvidos na mesma:

Sujeitos: consumidores. Ou seja, pessoas com as mais variadas características, mas que possuam um mínimo de conhecimento para preencher um formulário *on-line*;

Objetos: servidor (onde o sistema estará executando) e computadores (para que as pessoas passem informações referentes ao contexto delas).

Obtenção dos Dados

O processo de obtenção dos dados foi realizado utilizando-se um formulário Web onde o usuário executava duas ações. Num primeiro momento, o usuário selecionava quais estabelecimentos comerciais costuma frequentar. Com base nesses locais o sistema inferia qual o gênero, idade, classe social e preferências (e.g., esportes, culinária, eletrônicos, fotografia e produtos de beleza). Em seguida, o resultado dessa inferência era exibido ao usuário que fazia as devidas correções.

O experimento foi conduzido por duas semanas e contou com a participação de 112 pessoas. Foram registradas 2688 avaliações em 84 dos 112 anúncios disponíveis. Das 112 pessoas que participaram da pesquisa, 65 são do gênero masculino e 47 do gênero feminino, a maior idade entre os entrevistado é de 55 anos, a menor 16 anos e a média de idade é 25.6 anos. Em relação ao rendimento, a moda encontrada refere-se a pessoas que se descreveram como membros da classe B1, com rendimento médio de 9 a 15 salários mínimos, essas pessoas representam 33.9% dos participantes da pesquisa. Essa distribuição mostra-se adequada ao contexto da pesquisa, uma vez que temos uma distribuição homogênea no contexto de uma população jovem. A distribuição completa pode ser vista na Figura 6.5.

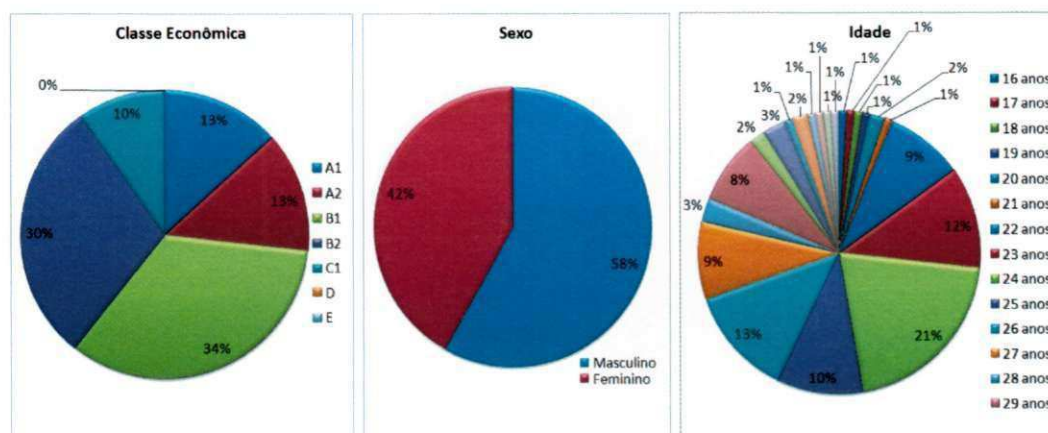


Figura 6.5: Distribuição da amostra por classe econômica, gênero e idade.

Análise dos Dados

O experimento foi realizado para verificar a qualidade da inferência sobre o gênero, idade, rendimento e preferências dos consumidores baseando-se nos locais que estes costumam frequentar. Os resultados são descritos a seguir:

Idade: a inferência da idade obteve um percentual de acerto de 16.2% para os 112 entrevistados. A princípio este resultado mostra que, diferentemente do que acontece com o gênero, inferir a idade com base nos locais frequentados é inviável. Entretanto, uma análise mais detalhada revela que para 70.5% dos casos, o erro máximo foi de 5 anos. A variação média entre a idade inferida e a idade real foi de 3.24 anos. Como pode ser observado na Figura 6.6, em 78.6% dos casos foi possível inferir a idade corretamente, considerando-se uma taxa de erro de até 4 anos. Aumentando-se a taxa de erro para até 7 anos, o que não seria ruim para o contexto do trabalho, a taxa de acerto sobe para 95.5%.

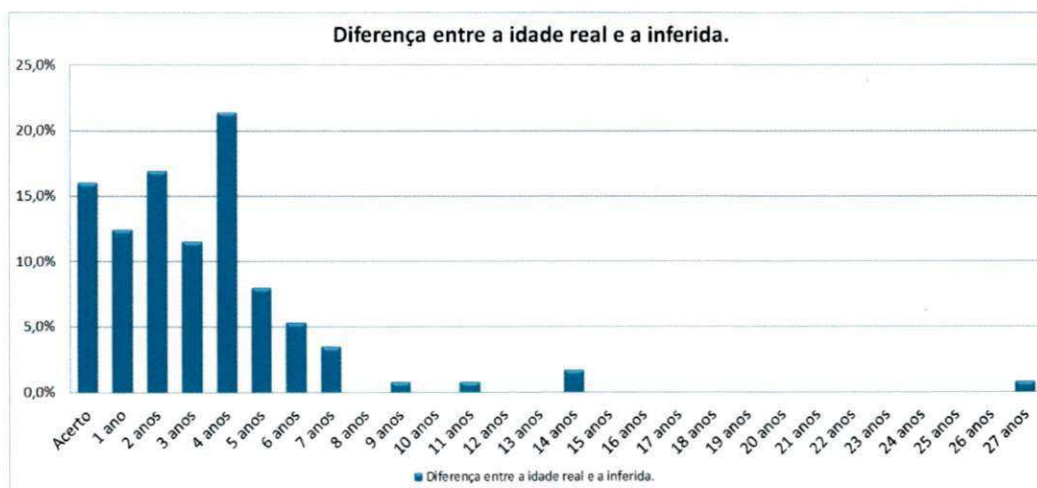


Figura 6.6: Diferença entre a idade real do consumidor e a inferida.

Gênero: alguns locais costumam ser frequentados por pessoas de ambos os gêneros, com isso é possível que ocorram situações em que o gênero não pode ser determinado. Para o experimento, entretanto, não houve nenhum caso em que isso ocorreu, ou seja, em que não foi possível determinar o gênero do usuário. Em todos os casos, foi possível inferir o gênero, obtendo uma taxa de acerto de 94.6%.

Classe Social: com relação ao rendimento econômico, foi possível inferir a classe social do usuário em 52,4% dos casos. Se considerar uma taxa de erro de uma classe, seja para mais ou para menos, o índice de acerto sobe para 84,3%, conforme mostrado na Figura 6.7.

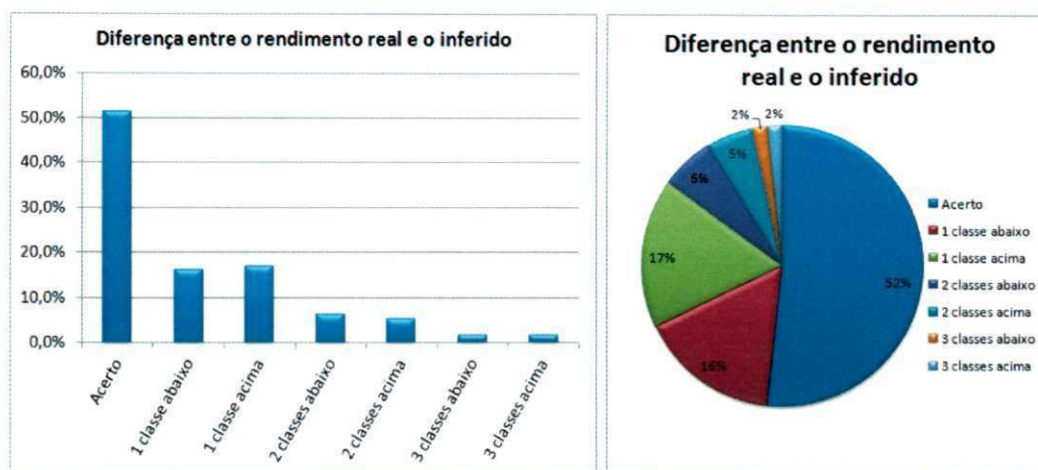


Figura 6.7: Diferença entre a classe social do usuário e a inferida pelo sistema.

Preferências: após o usuário informar os locais de interesse (tais como esportes, perfumes e brinquedos), o sistema exibia a lista de categorias e as que foram inferidas apareciam com uma marcação. O usuário então poderia marcar alguma preferência que não estava marcada ou desmarcar alguma que havia sido marcada erroneamente pelo sistema. A avaliação sobre a eficiência em inferir interesses pelos locais frequentados foi medida utilizando-se o valor da coeficiente de *hamming*, ou distância de *hamming*, entre o vetor de preferências gerado pelo algoritmo e o do usuário.

O cálculo da distância de *hamming* revelou que para 26,7% dos entrevistados seus interesses foram inferidos corretamente e que o erro médio foi de 3,33 categorias. Isso indica que após o perfil do entrevistado ser inferido foram necessárias em média 3,33 alterações, seja excluindo ou acrescentando categorias à ele. Diante das 31 categorias de interesse disponíveis. Desse modo, conclui-se que houve um percentual médio de acerto de aproximadamente 91% em relação aos interesses dos entrevistados.

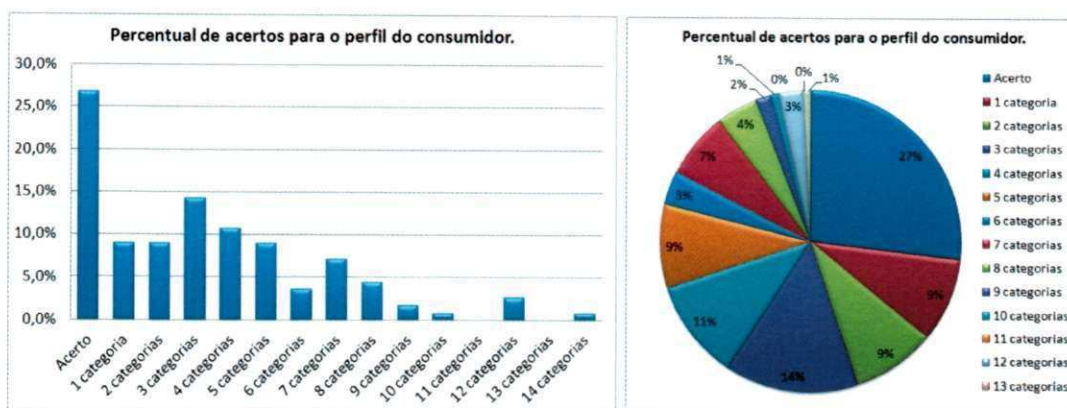


Figura 6.8: Distância de *hamming* entre o perfil do usuário e o inferido pelo sistema.

Considerações sobre o Experimento

A análise das inferências sobre o perfil do entrevistado mostra que os resultados obtidos se aproximaram das informações reais. Obtendo índices de acerto de: 84.3% para a classe social; 91% para as preferências; 94.6% para o gênero; e 95.5% para a idade do usuário. Assim, pode-se afirmar que há indicativos suficientes para utilização do histórico de locais frequentados como fonte de obtenção de informação contextual.

6.2 Considerações

Os experimentos realizados mostram que a utilização da informação contextual pode ser usada para determinar a relevância do anúncio para o consumidor. Eles também revelam que é possível obter essa informação de forma dinâmica e transparente. Em específico, foi demonstrado que a utilização dos locais visitados e de estatísticas de consumo são importantes fontes de obtenção de informação.

O modelo de obtenção de informação, descrito no Capítulo 5, considera ainda a possibilidade de usar informações oriundas de redes sociais e do retorno dos usuários. Para esses casos são necessários ainda mais estudos, que já se encontram em andamento.

Capítulo 7

Validação do Modelo de Negociação

Neste capítulo descreve-se o experimento realizado para verificar a hipótese principal desta tese, a de que o modelo de negociação consegue flexibilizar os interesses e objetivos de usuários e anunciantes e obter uma veiculação de anúncios equilibrada. Para execução desse experimento, uma implementação do modelo multiagente foi concebida, a qual também é descrita aqui.

7.1 Critérios para Comparação

A ideia básica de equilíbrio tratada nesta tese é a de que o consumidor receba anúncios relevantes e adequados ao seu contexto e que os anunciantes consigam ter seus objetivos satisfeitos. Diante disso, tem-se que o modelo consegue obter o equilíbrio se:

- Usuários recebem anúncios relevantes. Observe que quando se trata do nível de relevância do anúncio não há a necessidade de que o modelo de negociação obtenha anúncios mais relevantes que as demais abordagens, isso porque não faz parte da proposta deste trabalho obter os anúncios mais relevantes. Entretanto, não é interessante que o nível de relevância dos anúncios diminua, pois isso representaria um retrocesso em comparação ao que já existe. Sendo assim, para que o modelo de negociação mostre-se eficiente, é necessário que o nível de relevância dos anúncios seja melhor ou equivalente ao das demais abordagens.
- Anunciantes conseguem enviar seus anúncios dentro do período de veiculação. Até

o momento, nenhuma das abordagens existentes lidam com essa questão ao mesmo tempo em que considera a relevância dos anúncios enviados. Sendo assim, é imprescindível para a validação da hipótese que os anúncios sejam enviados dentro daquilo que é colocado como objetivo do anunciante. Em outras palavras, é preciso que a quantidade de anúncios veiculados se utilizando do modelo seja mais próximo do objetivo dos anunciantes que as demais. Note que isso não implica que a quantidade total definida como meta deva ser enviada, uma vez que é possível que para isso a relevância para o consumidor caia consideravelmente.

7.2 Hipóteses

A principal hipótese a ser verificada nesta tese é a de que o modelo de negociação proposto consegue entregar anúncios relevantes para os consumidores atendendo aos objetivos dos anunciantes. Desse modo, faz-se necessário que o modelo de negociação seja capaz de atender, simultaneamente, os critérios de *relevância* e *eficiência*, definidos na Seção 3.1. Assim, as seguintes hipóteses são apresentadas:

Hipótese Nula - H_0 : o modelo de negociação falha em obter o equilíbrio desejado, por possuir simultaneamente:

H_{0A} : um nível de *relevância* menor que outras abordagens. Ou seja, se a relevância média dos anúncios enviados é menor que o obtido por outras abordagens.

$$\Gamma_{this} < \Gamma_{other}$$

H_{0B} : um nível de *eficiência*, no que se refere ao cumprimento dos objetivos dos anunciantes, menor ou equivalente a outras abordagens.

$$\eta_{this} < \eta_{other} \text{ OR } \eta_{this} \approx \eta_{other}$$

Hipótese Alternativa - H_1 : o modelo de negociação tem êxito em obter o equilíbrio desejado, por possuir simultaneamente:

H_{1A} : um nível de *relevância* maior ou equivalente a outras abordagens.

$$\Gamma_{this} > \Gamma_{other} \text{ OR } \Gamma_{this} \approx \Gamma_{other}$$

H_{1B} : um nível de *eficiência* maior que outras abordagens.

$$\eta_{this} > \eta_{other}$$

7.3 Algoritmos Analisados

Uma vez definidas as hipóteses é preciso definir quais abordagens serão usadas para comparar com o modelo de negociação. Uma dificuldade nessa tarefa é que os trabalhos existentes não lidam com a questão dos objetivos dos anunciantes. Grande parte dos trabalhos na área usam algum tipo de filtragem colaborativa para melhorar a relevância dos anúncios.

De acordo com Sa (2011), o algoritmo de recomendação por filtragem colaborativa é o mais bem sucedido algoritmo de recomendação usado no *e-commerce*. Sistemas de recomendação são as ferramentas mais eficientes e utilizadas para fornecer aos usuários o conteúdo mais apropriado, considerando suas preferências pessoais (DAO et al., 2012).

Isso mostra que, embora não tenha sido concebida para dar suporte aos objetivos dos anunciantes, os modelos baseados em filtragem colaborativa são os que conseguem obter os maiores índices de relevância. Como não existem modelos focados no equilíbrio entre anunciantes e consumidores, optou-se por comparar o modelo multiagente ao algoritmo de filtragem colaborativa.

7.4 Implementação do Modelo

Para verificar as hipóteses, o modelo multiagente descrito no Capítulo 3 foi implementado. No decorrer desta seção, discutiremos alguns aspectos da implementação do modelo.

7.4.1 JADE

A implementação do modelo de negociação foi feita em Java, utilizando-se do arcabouço JADE - *Java Agent DEvelopment Framework* (BELLIFEMINE et al., 2007). Além do arcabouço, JADE provê uma plataforma para o desenvolvimento de sistemas multiagente em conformidade com a especificação FIPA.

O desenvolvimento de sistemas multiagente usando JADE foca nas características básicas do arcabouço, que consiste na criação de agentes, fazê-los executar tarefas e permitir que eles se comuniquem. A seguir detalha-se como isso é feito no JADE (CAIRE, 2009):

Criar agentes: para criar um agente em JADE basta estender a classe abstrata `jade.core.Agent` e implementar o método `setup()` para inicialização do agente. Uma característica dos agentes em JADE, é que, em conformidade com as especificações FIPA, cada instancia de agente possui um identificador único.

Fazer os agentes executarem tarefas: em JADE cada tarefa que um agente é capaz de realizar representa um comportamento (*behaviour*). Esse comportamento é implementado como um objeto que de uma classe que estende a classe `jade.core.behaviours.Behaviour`. Cada classe que estende `Behaviour` deve implementar dois métodos abstratos: (i) `action()` que define as operações que devem ser executadas quando o comportamento é chamado; e (ii) `done()` que retorna um valor booleano indicando se o comportamento foi finalizado ou não.

Permitir que os agentes se comuniquem: para enviar uma mensagem para outro agente é preciso que a mesma possua os elementos definidos pela FIPA-ACL 2.3.4 e então chamar o método `send()` da classe `Agente`.

7.4.2 Detalhamento dos Agentes

Na Figura 7.1 é mostrado o diagrama conceitual do sistema. Esse diagrama mostra os principais agentes e comportamentos criados para implementarem o modelo de negociação proposto nesta tese.

Como pode ser observado nesse diagrama, todos os agentes (`UserAgent`, `BrokerAgent` e `AdvertiserAgent`) que estão no pacote *agents* implementam a classe

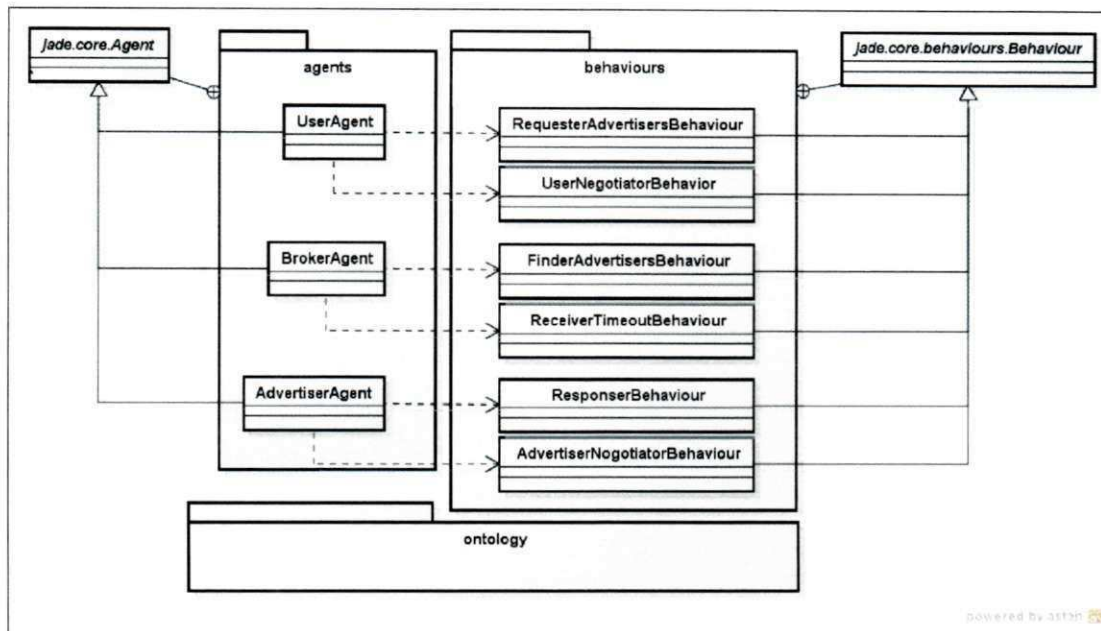


Figura 7.1: Diagrama Conceitual do sistema multiagente.

`jade.core.Agent`, em conformidade com a plataforma JADE.

O pacote *ontology* contém as classes que representam o modelo de contexto (BUBLITZ et al., 2012) descrito no Capítulo 4. Dessa forma, quando os agentes precisam trocar informações de contexto, eles já possuem um vocabulário bem definido. Todos os agentes devem compartilhar dessa ontologia, denominada de *PervasiveAdvertisingOntology*

Para isso, como pode ser observado no Código Fonte 7.1, uma instância dela é passada para o agente no momento de sua criação, juntamente com o *codec* necessário para transformá-la em strings de acordo com a linguagem escolhida. Na prática ela transforma a mensagem passada como um objeto (a exemplo da `ACLMessage message` do Código Fonte 7.2) para o formato FIPA-ACL.

Código Fonte 7.1: Instanciação da *PervasiveAdvertisingOntology* pelos agentes.

```
public class AdvertiserAgent extends Agent {
    ...
    // Ontology and Codec
    private Codec codec = new SLCodec();
    private Ontology ontology = PervasiveAdvertisingOntology.getInstance
        ();
    ...
}
```

A seguir são detalhados os principais agentes do modelo.

Agente do Usuário

A classe `UserAgent` representa a implementação do *Agente do Usuário*. Existem basicamente dois comportamentos associados ao *Agente do Usuário*:

1. `RequestAdvertisersBehaviour`: comportamento que permite ao *Agente do Usuário* implementar o protocolo de Busca por Anunciantes em Potencial, definido na Seção 3.3.1. Nele estão implementadas a requisição de de agentes dos anunciantes ao *Agente Mediador* sempre que há alguma alteração no contexto. Também é feito o recebimento e o tratamento das mensagens de resposta do *Agente Mediador*. No Código Fonte 7.2 exibe o trecho da requisição por agentes dos anunciantes ao *Agente Mediador*;
2. `UserNegotiatorBehaviour`: comportamento pelo qual o *Agente do Usuário* implementa o protocolo de Negociação, definido na Seção 3.3.1.

A seguir é mostrado um trecho de código em que o *Agente do Usuário* requisita ao *Agente Mediador* anunciantes que possuam anúncios relacionados a um dado contexto. Caso existam anunciantes com com anúncios relacionados eles devem responder (`ACLMessage.CONFIRM`) informando qual a requisição que originou esse retorno (`message.getConversationId()`). Caso os agentes dos anunciantes demorem mais que 10s para responder, eles serão considerados como não possuidores de anúncios relacionados.

Código Fonte 7.2: O Agente do Usuário requisita anunciantes ao Agente Mediador.

```
Action actionUser = new Action();
actionUser.setActor(myAgent.getAID());
actionUser.setAction(context.getChange());
ACLMessage message = newMsg(ACLMessage.REQUEST, actionUser,
    brokerAgent);
MessageTemplate confirmIdentifiedMessage = MessageTemplate.and(
    MessageTemplate.MatchPerformative(ACLMessage.CONFIRM),
    MessageTemplate.MatchConversationId(message.getConversationId()));
```

```
addReceiveTimeoutBehavior(10000, confirmIdentifiedMessage);  
send(message);
```

No Código Fonte 7.3 é exibido um trecho do protocolo, no qual uma proposta é recebida pelo *Agente do Usuário* e uma contra-proposta é enviada para o *Agente do Anunciante* requisitando que esse a avalie e faça uma nova proposta.

Código Fonte 7.3: *Agente do Usuário* envia uma contra-proposta ao *Agente do Anunciante*.

```
public UserNegotiatorBehaviour (Agent agent) {  
    super(agent);  
}  
...  
@Override  
public void action() {  
    ACLMessage accept = myAgent.receive(acceptProposal);  
    ACLMessage proposal = myAgent.receive(newProposal);  
    ACLMessage reject = myAgent.receive(rejectProposal);  
    ...  
    if (proposal != null) {  
        ACLMessage reply = new ACLMessage(ACLMessage.CFP);  
        //Calculates the value of the counter proposal  
        int counterproposal = (int) calculateCounterProposal(  
            Double.parseDouble(proposal.getContent()));  
        String CID = proposal.getConversationId();  
        reply.setConversationId(CID);  
        reply.addReceiver(proposal.getSender());  
        reply.setContent(String.valueOf(counterProposal));  
        send(reply);  
    }  
    ...  
}
```

Além de implementar os protocolos de negociação e busca por anunciantes o *Agente do Usuário* calcula a similaridade e a relevância do anúncio para o consumidor.

Agente do Anunciante

A classe `AdvertiserAgent` representa a implementação do *Agente do Anunciante*, que possui o comportamento `ResponseBehaviour` para responder as solicitações de anúncios do *Agente Mediador* e o comportamento `AdvertiserNegotiatorBehaviour` que implementa as ações do *Agente do Anunciante* definidas no protocolo de Negociação, definido na Seção 3.3.1. No Código Fonte 7.4

Código Fonte 7.4: Nova proposta do *Agente do Anunciante*.

```
public AdvertiserNegotiatorBehaviour(Agent agent) {
    super(agent);
}
...
public void action() {
    ACLMessage request = myAgent.receive(requestProposal);
    ...
    if (counterProposal > proposal() && counterProposal <= maxProposal()
        ) {
        ACLMessage reply = new ACLMessage(ACLMessage.Proposal);
        String CID = request.getConversationId();
        reply.setConversationId(CID);
        reply.addReceiver(request.getSender());
        reply.setContent(String.valueOf(newProposal(counterProposal)));
        send(reply);
    }
    ...
}
```

Agente Mediador

Para implementar os papéis definidos para o *Agente Mediador* a classe `BrokerAgent` possui dois comportamentos. O primeiro é o `RequestAdvertisersBehaviour` que implementa a busca por agentes dos anunciantes com anúncios relacionados à situação de contexto específica do *Agente do Usuário*. No Código Fonte 7.5 o *Agente Mediador* envia uma mensagem a todos os agentes dos anunciantes questionando se eles possuem anúncios relacionados ao contexto passado como parâmetro.

Código Fonte 7.5: *Agente Mediador* busca potenciais agentes dos anunciantes.

```

try {
    ContentElement messageContent = getContentManager().
        extractContent(aclMessage);
    Action action = (Action) messageContent;
    if(action.getAction() instanceof UserContext){
        updateAdvertisers();
        //broadcast advertisers searching for ads
        ACLMessage requestAds = new ACLMessage(ACLMessage.QUERY_IF);
        requestAds.setConversationId(aclMessage.getConversationId());
        requestAds.setLanguage(codec.getName());
        requestAds.setOntology(ontology.getName());
        getContentManager().fillContent(requestAds, action);

        //add recievers and wait a response for each of them
        for (int i = 0; i < advertisersAgents.length; i++) {
            requestAds.addReceiver(advertisersAgents[i]);
            MessageTemplate confirmMessage =
                MessageTemplate.and(MessageTemplate.MatchPerformative(
                    ACLMessage.CONFIRM), MessageTemplate.MatchConversationId(
                        requestAds.getConversationId()));
            addReceiveTimeoutIdentifiedBehavior(confirmMessage, aclMessage,
                advertisersAgents.length);
        }
        send(requestAds);
    }
}

```

Como os anunciantes que não possuem anúncios relativos ao contexto não respondem à mensagem, o *Agente Mediador* implementa o comportamento `ReceiverTimeoutBehaviour` para não ficar esperando infinitamente.

Após essa consulta os anunciantes com anúncios em potencial e respectivos anúncios são identificados e passados para o *Agente do Usuário*. O Código Fonte 7.6 ilustra essa reposta a requisição do *Agente do Usuário*. Note que como vários agentes dos usuários podem fazer requisições simultâneas elas precisam ser identificadas, para isso é usado o CID que

identifica unicamente cada pedido, mesmo que do mesmo *Agente do Usuário*.

Código Fonte 7.6: Envio dos potenciais agentes dos anunciantes para o *Agente do Usuário*.

```
ContentElement messageContent;
try {
    messageContent = getContentManager().extractContent(msg);
    Action action = (Action) messageContent;
    if(action.getAction() instanceof Ad){
        Ad ad = (Ad) action.getAction();
        AID sender = msg.getSender();
        Vector<AID> temp = potentialAdvertisers.containsKey(CID) ?
            potentialAdvertisers.remove(CID) : new Vector<AID>();

        Map<AID,Ad> tempMap = potentialAdvertisersMap.containsKey(CID) ?
            potentialAdvertisersMap.remove(CID) : new HashMap<AID,Ad>();

        tempMap.put(sender, ad);
        temp.add(sender);
        potentialAdvertisers.put(CID, temp);
        potentialAdvertisersMap.put(CID, tempMap);
    }
} catch (UngroundedException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (CodecException e) {
    e.printStackTrace();
} catch (OntologyException e) {
    e.printStackTrace();
}
}
```

7.5 Obtenção dos Dados

O processo de obtenção dos dados aconteceu de forma simulada. Em princípio a simulação pode parecer algo negativo, que pode trazer resultados destoantes da realidade. Entretanto, os experimentos anteriores mostram que os algoritmos tendem a acertar a o nível de interesse

do usuário. Por exemplo, um anúncio que foi tido como 70% relevante para dez usuários foi realmente relevante para 7 desses usuários. Mais precisamente, verificou-se nos experimentos anteriores um nível de acerto em torno de 95% no que se refere ao acerto do nível de relevância dos anúncios para os usuários.

Uma vez definido o mecanismo utilizado no experimento o próximo passou a ser a definição do escopo onde a pesquisa seria aplicada, mais precisamente se seria aplicada a um cenário local (shopping center ou cidade), regional ou nacional. A primeira opção foi a de aplicar o experimento a um cenário local, um shopping center de médio porte contando com aproximadamente 100 anunciantes (lojas) e um fluxo de aproximadamente 1000 pessoas por dia.

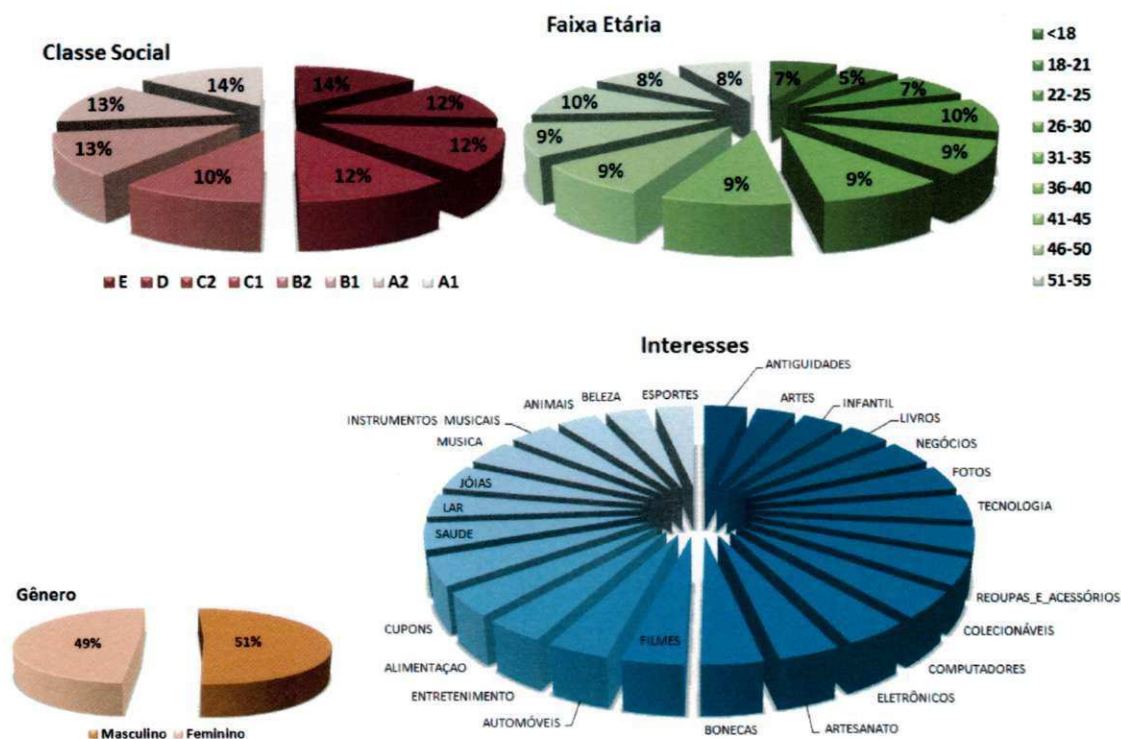


Figura 7.2: Distribuição da população gerada por gênero, classe social, faixa etária e preferências.

A população foi gerada de forma aleatória, onde o simulador recebia como entrada a quantidade de usuários e anunciantes a ser gerada e passava a distribuir a população de forma equilibrada de acordo com os critérios de idade, renda e gênero de forma incremental, alocando de forma aleatória os interesses. Na Figura 7.2 é possível ter uma noção da distribuição da população gerada de acordo com a classe econômica, gênero, faixa etária e

interesses.

O simulador foi implementado em Java e foi criado de forma que é necessário apenas informar a quantidade de consumidores e anunciantes que ele os gera automaticamente. Nele, tanto consumidores quanto anunciantes são criados de forma aleatória. No Código Fonte 7.7 é mostrado como a população de consumidores é gerada de forma aleatória.

Código Fonte 7.7: Geração aleatória de consumidores.

```
/**
 * Generates the population of advertisers and consumers
 * @param totalUsers
 * @param totalAdvertisers
 */
private void populate(int totalUsers, int totalAdvertisers){
    /* Generate Users*/
    for (int i = 0; i < totalUsers; i++) {
        //User age
        int age = 14 + (int) (Math.random() * 56);
        //User gender
        String gender = age \% 2 == 0 ?      :      ;
        //User income
        int ic = (int) (Math.random() * (classes.length));
        IncomeClass income = classes[ic];
        //Instantiate user context
        UserContext context = new UserContext(userName, gender, age, 1);
        //add user preferences
        context.add(interests[(int) (Math.random() * interests.length)]);
        ...
    }
}
```

Após a população ser gerada os dois algoritmos são executados com os mesmo anunciantes e consumidores. No modelo de negociação multiagente, para cada consumidor ou anunciante gerado é criado um agente correspondente. Nele, são simulados eventos de alterações no contexto, na verdade o contexto não muda para que na comparação com o algoritmo de filtragem colaborativa, ambos possuam o mesmo contexto. Para cada algoritmo foram feitas 10 simulações e coletada a média delas para servir como base de análise para os resultados.

7.6 Resultados

Usando o algoritmo de filtragem colaborativa foram entregues, para cada consumidor, os três anúncios com maior nível de similaridade. Isso resultou num total de 3000 anúncios veiculados. O modelo de negociação multiagente obteve um total de 4200 anúncios entregues, considerando a necessidade média de entrega de 50 anúncios para cada anunciante.

O processo de análise dos dados teve como foco os critérios definidos anteriormente de *relevância* do anúncio para o consumidor e *eficiência* no que se refere ao cumprimento dos objetivos dos anunciantes.

Entretanto, duas dificuldades apareceram no processo de análise da relevância do anúncio. A primeira é que o algoritmo de filtragem colaborativa usa apenas o critério de similaridade, desconsiderando o contexto do consumidor. A segunda é que devido ao fato do experimento ter sido feito de forma simulada, não é possível saber a relevância de fato para o consumidor.

Por essas razões e por haver uma proporcionalidade direta entre similaridade e relevância optou-se por analisar apenas a similaridade dos anúncios enviados. A seguir, são detalhados os resultados obtidos para essas métricas.

7.6.1 Similaridade

O primeiro aspecto analisado foi a similaridade dos anúncios para os consumidores. Como pode ser observado na Figura 7.3(a), nível médio de similaridade dos anúncios disponibilizados pelo modelo de negociação foi similar ao do algoritmo de filtragem colaborativa. Mais precisamente, o nível médio de similaridade dos anúncios enviados pelo modelo de negociação foi de 88.63% contra 88.77% da filtragem colaborativa. Isso mostra que o modelo de negociação mostra-se eficiente em encontrar os anúncios adequados aos consumidores.

Para melhor entender essa informação foram criados também gráficos *Boxplot* que mostram a distribuição dos dados. Esses gráficos, exibidos na Figura 7.3(b) nos conduzem a conclusão que a entrega de anúncios usando o modelo de negociação é mais precisa, ou seja, o algoritmo de filtragem colaborativa entrega mais anúncios com nível de similaridade menor que o modelo de negociação proposto.

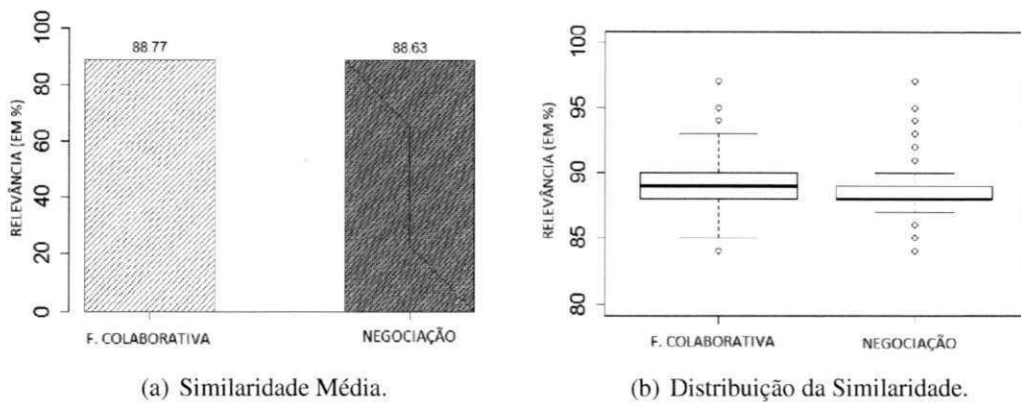


Figura 7.3: Similaridade do Anúncios: Filtragem Colaborativa vs. Modelo de Negociação.

7.6.2 Eficiência

O nível de eficiência na entrega dos anúncios foi calculado com base no percentual de anúncios entregues da meta do anunciante. Na Figura 7.4(a) é mostrado o nível médio de cumprimento dos abjetivos dos anunciantes. Como pode ser notado, o modelo de negociação supera o algoritmo de filtragem colaborativa. Mais precisamente o modelo de negociação, em média, obteve um índice de cumprimento de objetos de 84,24% contra 57,12% do algoritmo de filtragem colaborativa.

Com relação à distribuição dos dados, o modelo de negociação conseguiu efetuar uma entrega mais equilibrada que o algoritmo de filtragem colaborativa, como mostrado na Figura 7.4(b). Como pode ser observado, a maioria dos anunciantes entregaram mais que 80% dos anúncios, contrastando com o algoritmo de filtragem colaborativa.

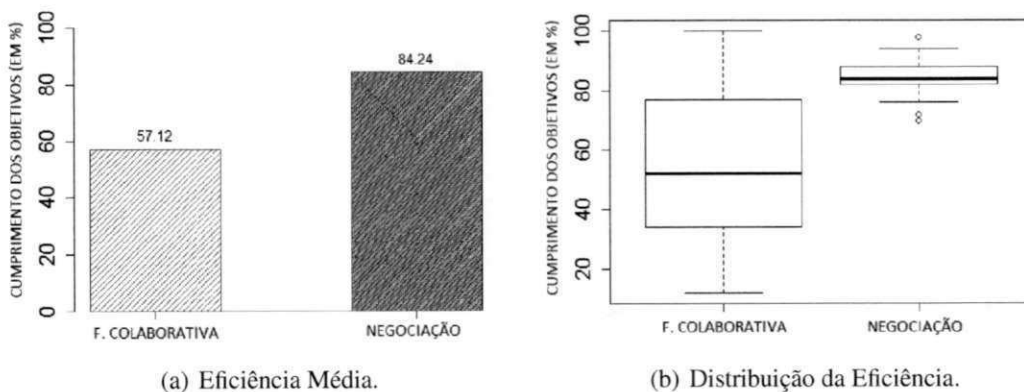


Figura 7.4: Eficiência na Entrega do Anúncios: Filtragem Colaborativa vs. Modelo de Negociação.

7.7 Considerações

Uma questão que parece ser adequada é: *Dado que na filtragem colaborativa a quantidade de anúncios a ser entregue pode ser definida a priori, o que acontece se o algoritmo de filtragem colaborativa entregar uma quantidade de anúncios equivalente à do modelo de negociação?*

Visando responder essa questão, uma nova análise foi feita e como esperado a relevância média dos anúncios ainda continuou alta. Mais precisamente, aumentando a quantidade total de anúncios enviados para 4000, a relevância caiu para 88,47%. Esses números são bons e sugerem que para esse caso o algoritmo de filtragem colaborativa tende a mostrar um resultado melhor que o apresentado pelo modelo de negociação.

Entretanto, a variância em relação ao cumprimento dos objetivos passou de 253.49 para 658.34, mostrando-se uma opção inviável, principalmente se comparado aos 5.94 obtidos pelo modelo de negociação, sendo a mediana de 52%. Ou seja, alguns anunciantes entregaram mais que o suficiente enquanto que a maioria não cumpriu seus objetivos.

A partir dos resultados obtidos pode-se dizer que as duas etapas da hipótese alternativa são aceitas. A primeira (H_{1A}) se verifica porque o modelo obteve um nível de similaridade equivalente ao algoritmo de filtragem colaborativa, portanto: $\Gamma_{negotiation} \approx \Gamma_{collaborative}$. A segunda (H_{1B}) se verifica porque o modelo obteve um nível de eficiência maior que o do algoritmo de filtragem colaborativa, portanto: $\eta_{negotiation} > \eta_{collaborative}$. Assim, por possuir um nível de similaridade semelhante e conseguir resultados melhores para o cumprimento dos objetivos dos anunciantes em comparação com o método de Filtragem Colaborativa, pode-se rejeitar a Hipótese Nula.

Capítulo 8

Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são discutidos os principais trabalhos relacionados ao tema central do trabalho. Inicialmente, descrevem-se os principais desafios existentes na área, pois esses desafios guiam a maior parte dos trabalhos existentes. Em seguida, os trabalhos são descritos e por fim são feitas as considerações sobre os trabalhos.

Por tratar-se de uma área abrangente, é possível encontrar trabalhos em outras áreas, mas que possuem algum tipo de intersecção com a de Propaganda Pervasiva, tais como Propaganda na Internet, Propaganda Móvel e Sinalização Digital.

8.1 Propaganda Pervasiva: Oportunidades e Desafios

O uso dos recursos oferecidos pela Computação Pervasiva, em que dispositivos computacionais integrados atuam proativamente em benefício dos usuários em qualquer hora e lugar, para divulgação de anúncios é visto com entusiasmo pelo setor de *Marketing*. Entretanto, juntamente com as oportunidades criadas pela área, existem muitos desafios a serem superados. Ranganathan e Campbell (2002) destacam os principais desafios que devem ser considerados para permitir a veiculação de anúncios em ambientes pervasivos, conforme a seguir:

Atingir as pessoas certas com os anúncios apropriados. Este é o primeiro desafio, e talvez o mais importante. A principal questão por trás deste desafio é que os sistemas de publicidade devem impactar o consumidor, entregando os anúncios que estão em con-

formidade com as suas necessidades. Trata-se também de garantir que a publicidade não irá ser inútil para o usuário, o que poderia resultar em um *marketing* negativo.

Entregar os anúncios no momento adequado. Aqui o desafio está em não incomodar o usuário, mesmo quando se sabe que ele é um cliente em potencial para o anúncio, se o momento não for oportuno. Ou seja, depois de descobrir o público-alvo, deve-se verificar se a ocasião é apropriada para entregar o anúncio. Por exemplo, se o usuário estiver em uma reunião, pode não ser uma hora conveniente para lhe enviar um anúncio, é melhor enviar-lhe este anúncio quando o usuário estiver relativamente livre ou relaxando.

Fornecer os anúncios da melhor forma. A computação pervasiva possibilita que um anúncio seja entregue em uma variedade de mídias e dispositivos. Assim, uma vez que o público-alvo é encontrado e a ocasião é oportuna, faz-se necessário decidir qual, dentre os dispositivos disponíveis, é o mais apropriado para a entrega do anúncio. A melhor opção é atingir o consumidor de forma que ele possa reagir ao anúncio.

Entregar anúncios de forma casual. Essa desafio esta relaciona a questão de como lidar com a captura do interesse das pessoas mesmo que o anúncio pareça não atender a interesses específicos dos consumidores. O propósito é que a surpresa, ou casualidade, leve a um interesse de compra ou por mais informações para uma aquisição futura.

Fornecer um meio para o usuário acompanhar o anúncio. Uma vez que o usuário recebeu um anúncio, é importante fornecer os meios para o ele possa acessar de algum modo o produto anunciado. Por exemplo, é possível que o anúncio possua algum *link* para a página do fornecedor do item. Isso pode ser usado também para coletar o retorno do usuário e até mesmo permitir que o usuário possa expressar seu desejo de não receber anúncios da empresa ou produto.

Pagamento do anúncio. Essa é um questão ainda em aberto. É sobre como as receitas da publicidade devem ser coletadas em ambientes pervasivos? Ao clicar? Quando uma negociação for efetivada? Pelas pessoas ao redor de um dispositivo quando ele foi exibido? E assim por diante.

Privacidade e segurança. Esta é uma grande preocupação da computação pervasiva. Por um lado, há a necessidade de que as aplicações estejam cientes das informações pessoais dos usuários. Por outro lado, os dados dos usuários devem ser preservados, não só por razões de privacidade, mas também de segurança.

Eriksson e Akesson (2008) fazem uma análise da obra de Ranganathan e Campbell e sugerem algumas questões que devem ser levadas em conta na elaboração de anúncios pervasivos. De certa forma, estas considerações estão relacionadas aos desafios anteriores, mas enquanto no trabalho de Ranganathan e Campbell há uma preocupação com *o que* deve ser feito a fim de obter a eficácia desejada na publicidade em ambientes pervasivos, no trabalho de Eriksson e Akesson, há um interesse em *como* a eficácia desejada pode ser alcançada.

Outro diferencial do trabalho de Eriksson e Akesson está no fato de que os autores mostram uma preocupação com os interesses dos anunciantes. Ou seja, ele analisa cada um dos desafios mencionados por Ranganathan e Campbell sob a ótica do anunciante. Por exemplo, para o primeiro desafio que consiste em entregar os anúncios certos para as pessoas certas, os autores discutem que assim como os consumidores podem ter acesso aos anúncios que mais lhe interessam, os anunciantes também devem ter a opção de identificarem e entregarem seus anúncios aos consumidores que fazem parte de seu público-alvo.

Nesta tese, foi identificado um novo desafio, também relacionado com o ponto de vista do anunciante:

Atender objetivos dos anunciantes. Existe um *trade-off* entre a quantidade de anúncios enviados e a relevância desses anúncios. Isto é, à medida que aumenta-se a relevância dos anúncios, diminui a quantidade de anúncios que suprem esse patamar, o que acarreta numa deficiência em cumprir os objetivos dos anunciantes ao iniciar uma campanha publicitária. Para contornar esse problema o desafio consiste em *encontrar um ponto de equilíbrio entre os objetivos dos anunciantes e os interesses dos consumidores*. Isso significa que é preciso entregar a quantidade de anúncios necessária para o cumprimento da campanha publicitária com um alto nível de relevância para os consumidores.

8.2 Descrição dos Trabalhos

Os trabalhos existentes na área de propaganda pervasiva focam, de algum modo, em contornar os desafios mencionados por Ranganathan e Campbell (2002). Para os desafios mencionados é possível identificar algumas linhas de pesquisa seguidas pelos pesquisadores. A seguir, são descritos os trabalhos relacionados considerados mais importantes para o contexto da tese, organizados de acordo com a linha de pesquisa associada aos mesmos.

8.2.1 Análise de Fatores que Influenciam a Aceitação dos Anúncios pelos Consumidores

Após a proibição da circulação de propagandas em celulares na Europa em 2002, exceto nos casos em que o usuário emite uma permissão explícita, os pesquisadores passaram a investigar os fatores que poderiam reverter essa situação e influenciar os consumidores no sentido de uma atitude positiva em relação ao recebimento de anúncios em seus dispositivos pessoais. A seguir detalham-se alguns desses trabalhos.

Attitude Toward Location-Based Advertising

Bruner e Kumar (2007) discutem a aceitabilidade dos usuários mediante a possibilidade de receberem anúncios pelos dispositivos móveis. A pesquisa foi motivada pelo fato que muitos usuários consideram esta uma nova forma de *spam*, com o fato agravante de que estes dispositivos estão sempre com os seus usuários.

A análise principal deste artigo refere-se a utilização da localização dos dispositivos e visa responder a seguinte questão: *o uso de informação referente à localização do usuário para trazer anúncios mais personalizados pode aumentar a tolerância do usuário ao uso dessa mídia para veiculação de anúncios?* O estudo em questão investiga o que os consumidores pensam respeito da possibilidade de receber esse tipo de propaganda. O estudo levou em consideração também outros fatores, como a facilidade de acosso ao produto anunciado.

De um modo geral, o experimento mostrou que o uso da localização por si só não é uma boa estratégia para uso dessa mídia para promoção. Entretanto a localização é extremamente importante quando associada a outros componentes de uma estratégia de promoção. Por

exemplo, enviar uma propaganda de uma música que um consumidor gosta quando este está próximo a uma loja de músicas é algo positivo na visão dos consumidores.

Factors Influencing Attitudes Towards Mobile Location-based Advertising

Numa linha de raciocínio semelhante à de Bruner e Kumar (2007), Lee (2010) se propõe a investigar os principais fatores que influenciam o público-alvo frente a um anúncio que faz uso da informação de localização. Mais precisamente, são analisadas as hipóteses de que os níveis de entretenimento, informação e personalização do anúncio possuem um efeito positivo para o consumidor, enquanto irritação e preocupações com a privacidade provocam um efeito negativo. Além disso, o trabalho investiga como o estilo da publicidade e o contexto influenciam esses aspectos na visão do consumidor. Na Figura 8.1 é mostrado como esses fatores podem influenciar a postura dos consumidores.

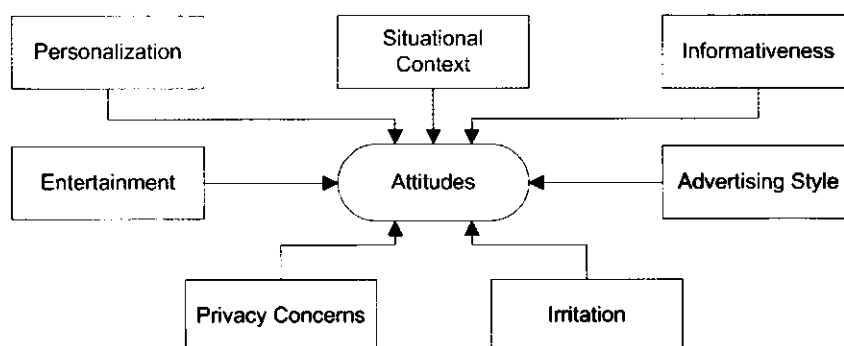


Figura 8.1: Fatores que podem influenciar a atitude dos consumidores.
Fonte: adaptado de (LEE, 2010).

Os resultados dos experimentos indicam que entretenimento, personalização e privacidade tiveram impactos diretos na postura dos consumidores e que o contexto modera os impactos desses fatores na forma como os consumidores são impactados. Em contraste a alguns estudos anteriores, foi verificado que o estilo da publicidade não teve resultados significativos na moderação desses fatores. Os resultados também mostram que o contexto tem uma influência direta na resposta aos anúncios.

From Intrusive to Supportive: Recommendations for Pervasive Advertising

O trabalho de Shannon e Quigley (2009) discute como a evolução das formas de veiculação de propagandas impactam os consumidores. Em especial os autores destacam que os con-

sumidores cada vez mais “ignorando” os anúncios que em contrapartida se tornam maiores, mais vibrantes e mais “agressivos”. No contexto *Web*, por exemplo, usuários estão desenvolvendo a habilidade de não prestar atenção a elementos da página que tenham a dimensão típica de um anúncio.

Por outro lado, o artigo apresenta estudos que mostram que a tolerância dos usuários aumenta consideravelmente quando os anúncios exibidos têm alguma relação com a *tarefa específica* que está sendo executada. Com base nisso, os autores argumentam que a Propaganda Pervasiva pode vir a ser o futuro da publicidade, uma vez que é possível obter uma quantidade maior de informação dos usuários e conseqüentemente obter anúncios mais personalizados.

Na Figura 8.2 é mostrada como cada forma de veiculação de propagandas se encaixa na relação entre a quantidade de informação e o nível de personalização da propaganda. Note que na medida em que aumenta a quantidade de dados divulgados aumenta o nível de personalização dos anúncios, o que também está quase sempre associado ao mecanismo usado para divulgar os anúncios.

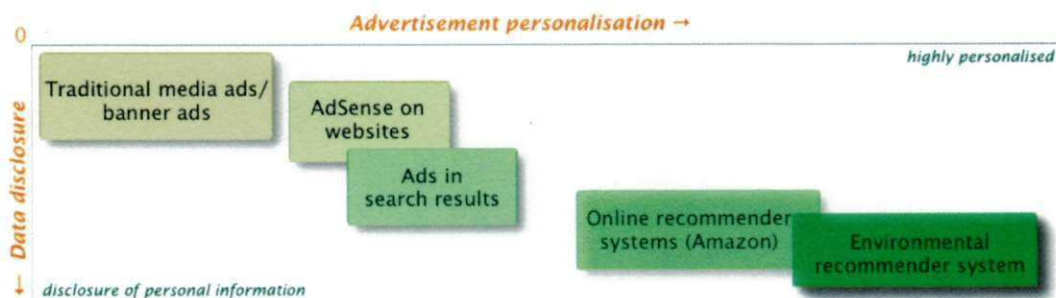


Figura 8.2: Relação entre a quantidade de informação a respeito do consumidor e o nível de personalização do anúncio.

Fonte: (SHANNON; QUIGLEY, 2009).

Ad-itudes: Twitter Users & Advertising

Neste estudo, Brooks e Cheshire (2012) entrevistaram mais de 400 usuários de tecnologias *on-line* nos Estados Unidos para avaliar suas atitudes mediante o recebimento de anúncios. Os participantes foram questionados a respeito do uso da Internet, aceitação ao recebimento de anúncios e informações sociodemográficas. Usuários do *Twitter* foram questionados sobre como eles usam o serviço.

Os resultados preliminares mostram que usuários do *Twiteer* possuem uma atitude mais positiva frente ao recebimento de anúncios. Provavelmente isso acontece por que esses usuários possuem algum controle sobre os anúncios; assim como fazem com as mensagens, eles decidem seguir os anunciantes que eles têm algum interesse. Para os anunciantes, isso indica que os usuários podem responder mais favoravelmente aos seus anúncios. Dessa forma os anúncios podem guiar a decisão de compra dos usuários.

8.2.2 Utilização de Informação Contextual para Adaptar os Anúncios aos Interesses dos Consumidores

Os trabalhos que estudam as atitudes dos consumidores mostram que esses tendem a aceitar melhor as propagandas quando elas estão relacionadas com as atividades que desempenham. Isso motivou uma série de trabalhos que focam no uso da informação contextual dos consumidores para obterem anúncios mais relevantes e que possam impactar positivamente os consumidores. A seguir detalham-se alguns desses trabalhos.

Targeted Advertising Based on Intelligent Agents in e-Commerce

No trabalho de (LIU; LIU, 2009) é apresentado um sistema de agentes inteligentes voltado para o uso em sites de *e-Commerce*. A ideia do trabalho é uma proposta de atribuição de papéis a vários agentes, cada uma relacionado a uma tarefa específica. Como pode ser observado na Figura 8.3(a), esses agentes compõem o que o autor chama de sistema. Existem dois sistema que usam agentes são o *Shop Agent System* e o *Customer Agent System*. Além desses sistemas, o modelo conta uma base de dados (DB) e uma base de conhecimento (KB), uma forma de autenticação de usuários (CA) e uma mecanismo de gerenciamento de capital (*Internet Bank*).

O *Shop Agent System* conta um agente responsável pela parte de publicidade, o *Advertising Agent*. As principais tarefas desse agente consistem na formação do perfil do usuário e no casamento de padrões baseado no perfil do usuário e histórico de acessos. Feito isso é aplicado uma função que relaciona o custo-benefício associado ao anúncio, conforme ilustrado na Figura 8.3(b). O foco da propaganda no trabalho está em Web Advertising e email. O sistema utiliza uma abordagem multiagente para a escolha do anúncio que baseia-se em

filtragem colaborativa.

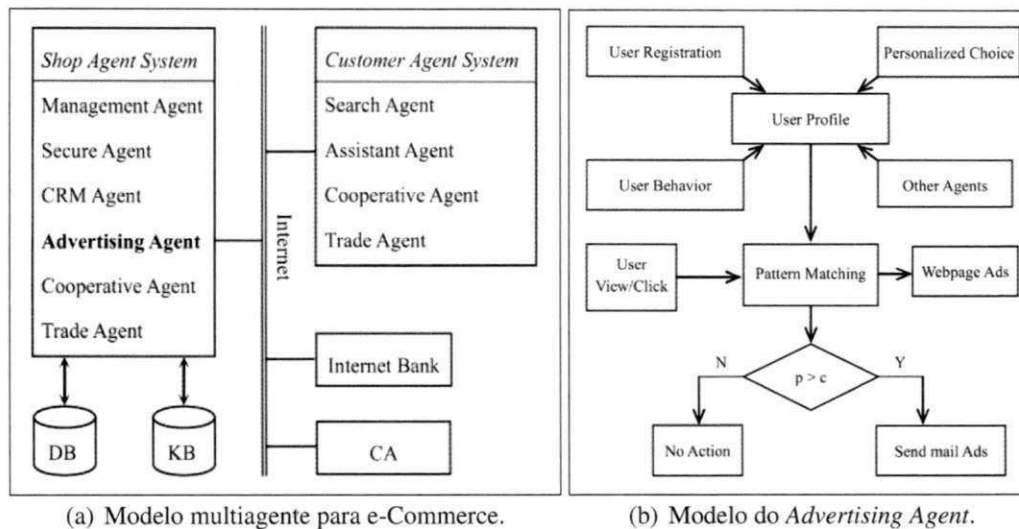


Figura 8.3: Integração de um agente anunciante ao modelo tradicional de *e-Commerce* juntamente com sua representação. Fonte: (LIU; LIU, 2009).

ReflectiveSigns: Digital Signs that Adapt to Audience Attention

Müller et al. (2009) descrevem em seu trabalho um sistema que permite a veiculação de anúncios de acordo com atenção dos consumidores para um determinado tipo de anúncio. Para isso, inicialmente é feita uma rodada “aleatória” de anúncios com base nas informações de tempo e local onde o *display* está instalado. Para cada anúncio é associada uma categoria e uma *WebCam* detecta a atenção das pessoas para cada anúncio, para isso faz-se um cálculo do tempo médio que as pessoas olharam para o dispositivo. Então, inicia-se próxima rodada de anúncios com anúncios relacionados àqueles que tiveram um maior nível de atenção, conforme descrito na Figura 8.4(a).

Neste trabalho fica evidente o uso crescente de *displays* eletrônicos em ambientes públicos como forma de prover conteúdo personalizado e veiculação de conteúdo publicitário. Um ponto positivo e que merece destaque é a possibilidade de obter um retorno do telespectador a partir do cálculo do tempo de atenção dada a cada anúncio. Na Figura 8.4(b) mostra um *display* que exhibe um anúncio para um usuário, nessa figura é possível identificar uma câmera no topo do *display*.

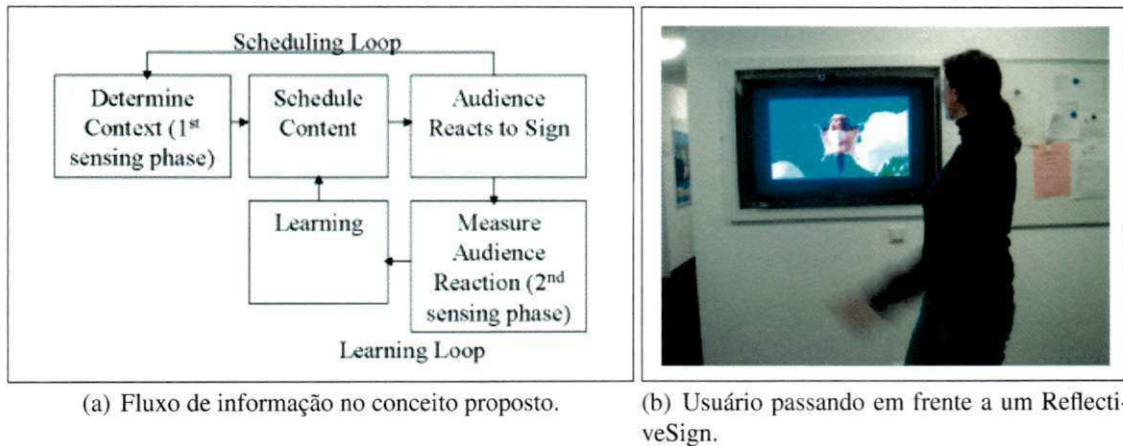


Figura 8.4: *ReflectiveSign*. Fonte: (MÜLLER et al., 2009)

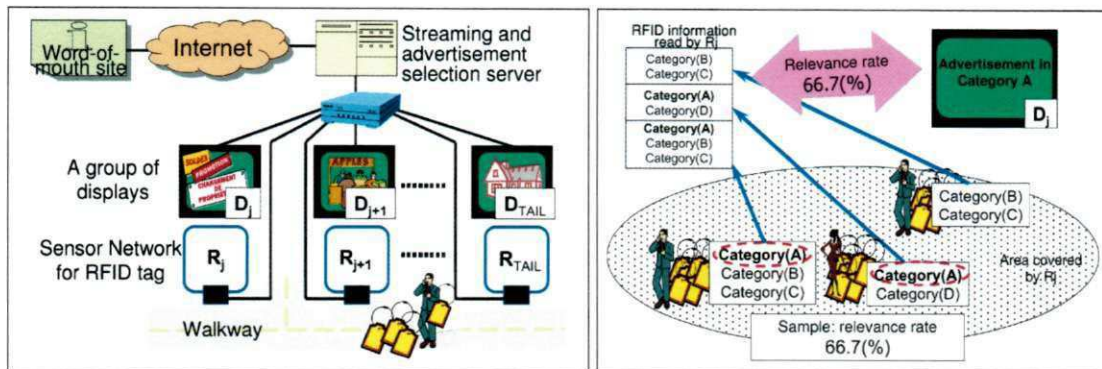
A Method of Advertisement Selection in Multiple RFID-Tags Sensor Network for a Ubiquitous Wide-Area Advertising Service

Em seu trabalho, Katoh e Takami (2008) exploram a possibilidade do uso de etiquetas RFID para veiculação de anúncios de acordo com os produtos que os usuários possuem. Conforme ilustrado na Figura 8.5(a), que cada produto possua um etiqueta RFID, com informações sobre a categoria do produto e o fabricante e à medida que os usuários deslocam-se nas proximidades dos *displays* o conteúdo é alterado dinamicamente. A alocação de conteúdo é feito com base na taxa de relevância da categoria. Na Figura 8.5(b) ilustra-se como é feito o cálculo da relevância de uma categoria com base nas etiquetas RFID de um determinado grupo de usuários.

Fica claro nesse artigo que o uso da informação das etiquetas RFID dos produtos que um determinado usuário possui pode fazer com que anúncios em *displays públicos* sejam mais efetivos que o uso de anúncios fixos. O artigo mostra dessa forma, um modo de viabilizar o uso de RFID em ambientes reais, dado o problema tratado inicialmente que é o elevado custo das mesmas.

A Novel Recommendation Model of Location-based Advertising: Context-Aware Collaborative Filtering using GA Approach

Dao et al. (2012) apresentam um sistema de recomendação que eles denominam de Filtragem Colaborativa Ciente de Contexto. Nesse trabalho os autores primeiro criam o que eles



(a) Sistema de anúncios em grandes áreas que faz uso de múltiplos RFIDs.

(b) Exemplo da taxa de relevância.

Figura 8.5: Sistema de propaganda ubíqua com uso de RFID. Fonte: (KATOH; TAKAMI, 2008).

chamam de contextos discretos e então aplicam o conceito de similaridade de contextos à Filtragem Colaborativa convencional para criarem um modelo de recomendação ciente de contexto. O Cálculo da similaridade dos contextos é feito com base numa adaptação do coeficiente de *Pearson* usando algoritmos genéticos.

Conforme mostrado na Figura 8.6, o modelo utiliza três etapas principais: (i) Filtragem: nesta etapa a informação dos usuários é passada para o modelo. As informações incluem seu identificador, localização, tempo e suas necessidades (que podem ser itens de interesses ou utilidades). Nesta etapa o algoritmo considera apenas os itens na mesma localização para reduzir o espaço de busca; (ii) Filtragem Colaborativa Ciente de Contexto: nesta etapa o algoritmo de Filtragem Colaborativa é aplicado aos usuários com um nível de similaridade de contexto para identificar o nível de satisfação esperados dos itens a serem anunciados; e (iii) Recomendação e Retorno: nesta etapa a recomendação dos melhores anúncios é feita e a resposta dos usuários é coletada para realimentar o algoritmo de Filtragem Colaborativa.

Os autores fazem a implementação de um protótipo e argumentam que o uso desse modelo para envio de propagandas é uma forma efetiva para comerciantes promoverem seus produtos.

Building a Targeted Mobile Advertising System for Location-Based Services

Em seu estudo, Li e Du (2012) propõem uma plataforma de entrega de anúncios móveis que fornece anúncios cientes de contexto aos consumidores. O propósito da plataforma é

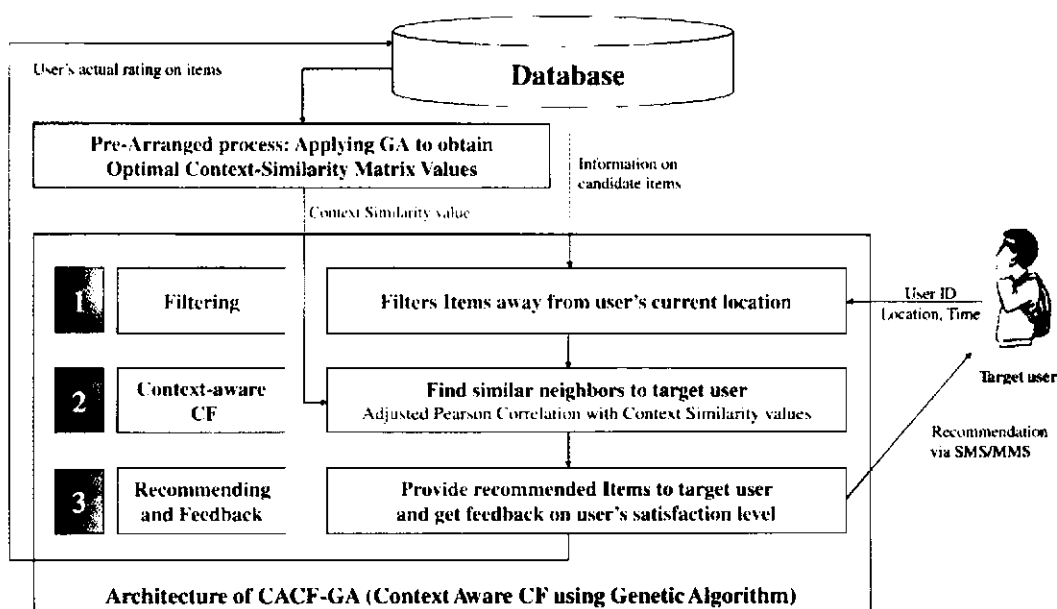


Figura 8.6: Arquitetura do Modelo CACF-GA (Context-Aware Collaborative Filtering using Genetic Algorithm Approach). Fonte: (DAO et al., 2012)

permitir que os consumidores identifiquem e acessem anúncios personalizados e permitir que anunciantes projetem e apresentem anúncios cientes de contexto.

O arcabouço criado, mostrado na Figura 8.7, é composto de três módulos principais: (i) *Advertisement Management* que gerencia o conteúdo dos anúncios e as propriedades do público-alvo. O Anunciante pode editar tanto o conteúdo de seus anúncios quanto as propriedades; (ii) *User Profile Management* é usado para criação de perfil de novos usuários e atualização dos existentes; e (iii) *Advertisement Intelligent Searching* que é o principal componente do arcabouço. Ele é o responsável pelas buscas de anúncios de acordo com a informação contextual, que inclui localização, dados demográficos e preferências.

Uma ressalva importante que o autor faz ao uso de informação contextual é que existe um *trade-off* entre aumentar a eficiência da entrega e a possibilidade de invasão de privacidade, como acontece em qualquer domínio de aplicação.

8.2.3 Utilização de Infraestrutura Pervasiva para Sinalização Digital

Alguns trabalhos exploram a possibilidade de comunicação e troca de informação dos dispositivos para melhorarem a audiência de anúncios que circulam em painéis digitais ou *Smart TVs*. A seguir são descritos alguns desses trabalhos.

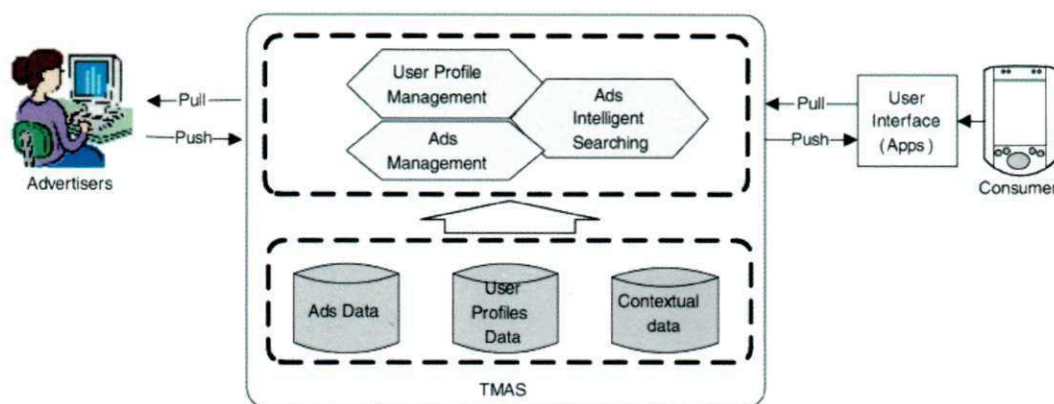


Figura 8.7: Arquitetura do Arcabouço Criado. Fonte:(LI; DU, 2012).

Pervasive Symbiotic Advertising

Narayanaswami et al. (2008) introduzem o que eles chamam de *pervasive symbiotic advertising*. Termo usado para ilustrar a visão de mundo onde dispositivos computacionais estabelecem uma relação de simbiose. Essa relação consiste na colaboração entre dispositivos pessoais móveis e dispositivos com grandes *displays* para oferecer uma experiência mais rica aos usuários. Mais precisamente, anúncios direcionados são enviados por meio da incorporação de uma infinidade de informações de dispositivos pessoais, mas sem intrusão dos dispositivos pessoais do usuário, dado que eles não são usados como veiculadores de anúncios. Na Figura 8.8 ilustra-se como seria esse cenário.



Figura 8.8: *Pervasive Symbiotic Advertising* em espaços públicos. Fonte: (NARAYANASWAMI et al., 2008).

Segundo os autores, para coletar e usar as informações dos dispositivos pessoais, requer que o desenvolvedor seja capaz de contornar alguns desafios, alguns similares aos da área de propaganda pervasiva, destacando-de: *i)* perceber e agregar o contexto do usuário; *ii)* mensurar o crescimento na eficiência dos anúncios; *iii)* definir um mecanismo para tarifação dos anúncios; e *iv)* segurança, privacidade e anonimato dos usuários.

MyAds: A system for adaptive pervasive advertisements

Ferdinando et al. (2009) apresentam o *MyAds*. O trabalho apresentado mostra como a utilização da tecnologia pervasiva pode ser útil no que se refere à adaptação de anúncios ao contexto dos usuários no escopo de Sinalização Digital. A ideia é permitir a veiculação de anúncios seguindo o que foi proposto por Narayanaswami et al. (2008). Para isso, os interesses dos usuários são coletadas por meio dos dispositivos e os anúncios que mais se alinham com esses interesses são alocados para um *display*, conforme mostrado na Figura 8.9.

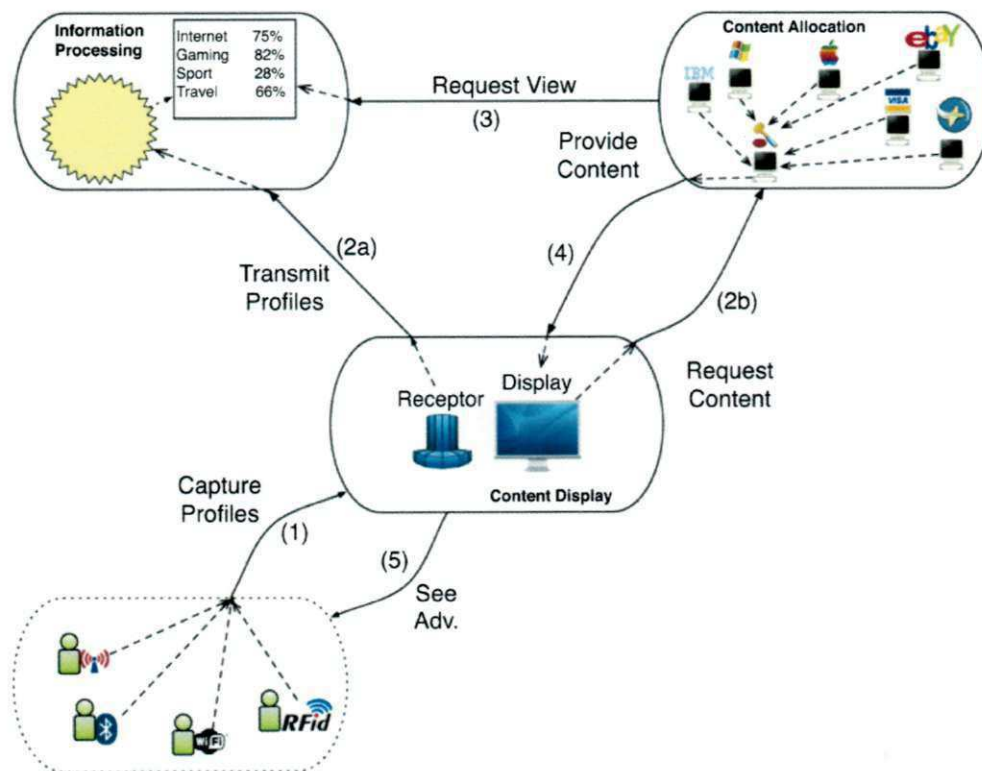


Figura 8.9: Arquitetura do *MyAds*. Fonte: (FERDINANDO et al., 2009).

Para viabilização da arquitetura, os autores fazem uso de ACEs (*Autonomic Communication Element*). Que podem ser vistos como componentes de software, que atuam de forma autônoma. Como pode ser observado na Figura 8.10(a), em sua arquitetura são usados três tipos de ACEs: (i) o *Content Display* (CD-ACE), que é o responsável pela exibição dos anúncios e coleta da informação dos usuários; (ii) o *Information Processing* (IP-ACE), que trata as informações dos usuário, fornecendo uma saída única; e o *Content Allocation* (CA-ACE) que é o responsável por alocar os anúncios que serão exibidos.

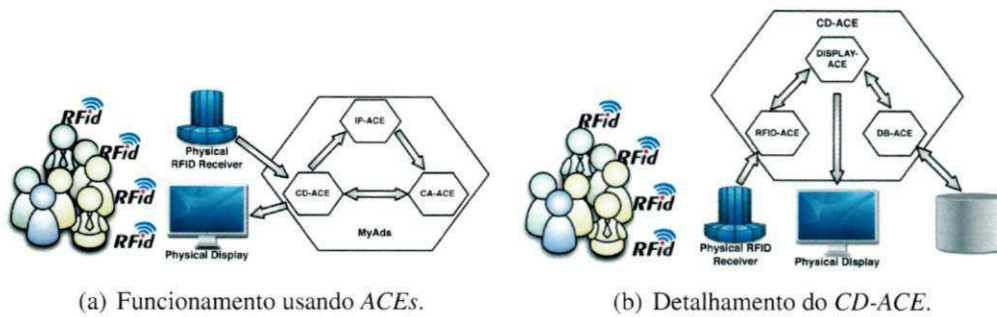


Figura 8.10: ACEs (*Autonomic Communication Element*). Fonte: (FERDINANDO et al., 2009)

O CD-ACE, detalhado na Figura 8.10(b), é composto por outros 3 ACEs. *Display-ACE* é o responsável pela alocação dos anúncios, que estão armazenados no *DB-ACE*, de acordo com as pessoas que estão nas proximidades do *display*, cujos perfis são tratados pelo *RFID-ACE*,

Digital Signage with Audience Detection using TV Broadcasting Waves

Maeda et al. (2010) é apresenta um sistema para veiculação de anúncios em locais públicos. O principal problema abordado pelo trabalho é a possibilidade de detecção de usuários próximos ao *display*. Isso serve para que o dispositivo passe a trabalhar num modo que exiba determinados anúncios quando a quantidade de pessoas for maior e possa economizar energia quando não houver pessoas nas proximidades. Na Figura 8.11(a) descreve-se o funcionamento do sistema, onde para cada *display* é associado um *player* que exibe os anúncios com base no que a antena informa sobre a audiência do local.

Como ponto positivo do trabalho, destaca-se o fator inovador do uso das antenas UHF para detectar a audiência, dado que esse recurso está presente nas TVs onde os anúncios são veiculados, dispensando uma infraestrutura de rede maior para transmissão e a possibilidade de obter a informação da quantidade de pessoas no ambiente. Na Figura 8.11(b) é mostrado esse processo, que os níveis recebidos das ondas de TV são quase estáveis se não há movimento na frente do *display* de sinalização. Por outro lado, se houver qualquer movimento, a propagação de ondas refletidas altera significativamente.

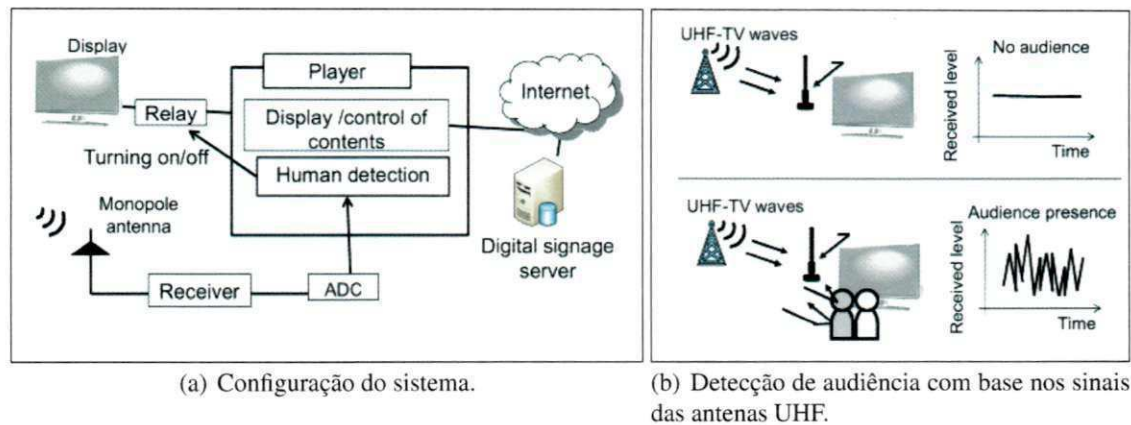


Figura 8.11: Sinalização Digital com Detecção de Audiência. Fonte: (MAEDA et al., 2010)

A Study on the Effectiveness of Digital Signage Advertisement

Yin et al. (2012) descrevem um sistema para detecção de audiência em ambientes de Sinalização Digital. O objetivo é saber qual o efeito do anúncio sobre as pessoas no ambiente. Para isso, são usadas câmeras para detecção facial, conforme mostrado na Figura 8.12(a). O objetivo da detecção facial é saber quantas pessoas estão olhando para o dispositivo de Sinalização Digital e por quanto tempo.

A arquitetura do sistema, mostrada na Figura 8.12(b), é composto de quatro módulos principais, descritos a seguir: (i) *Advertising Broadcast Subsystem*: TVs digitais são usadas para simular o *broadcasting* de anúncios serviço de provisão de anúncios; (ii) *Face Recognition Subsystem*: A principal função desse módulo é detectar características da face humana, tais como olhos, nariz e boca. (iii) *Database*: As informações referentes aos anúncios e as informações de detecção de face são passadas para o banco de dados. (iv) *Data Mining Subsystem*: As informações do banco de dados são passadas para um algoritmo de mineração de dados que relaciona os anúncios exibidos com os resultados da detecção facial. O objetivo é identificar os ângulos formado nas imagens para determinar a efetividade do anúncio.

8.2.4 Interatividade

Alguns trabalhos abordam a questão da interatividade entre um consumidores e dispositivos com dois objetivos principais: permitir que o consumidor possa seguir o anúncio; e a partir da interação torná-los mais atrativos e aumentar a afetividade da propaganda.

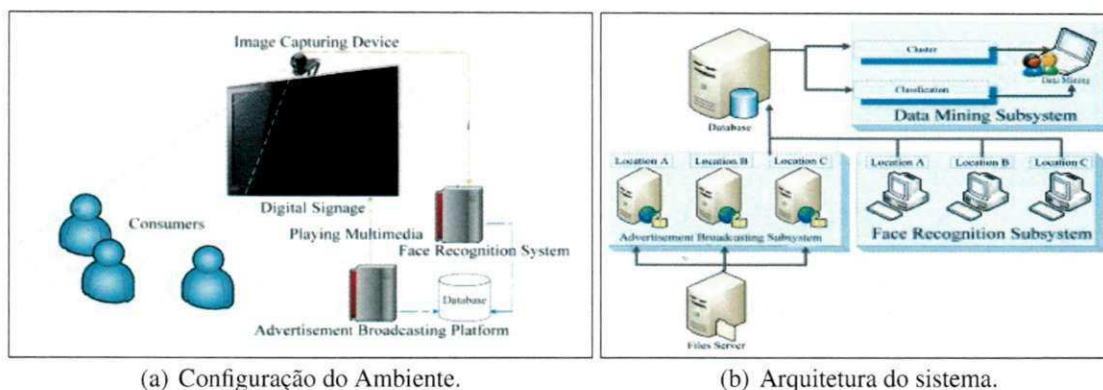


Figura 8.12: Estudo da efetividade de anúncios no contexto de Sinalização Digital. Fonte: (YIN et al., 2012)

MAGIC Broker: A Middleware Toolkit for Interactive Public Displays

Erbad et al. (2008) chamam a atenção para a falta de interatividade em *displays* públicos. Baseando-se em experiências anteriores os autores detectaram que as infraestruturas existentes para o provimento de interatividade eram muito “pesadas” para suportar a interação espontânea com os *displays* ou não eram flexíveis o suficiente para suportar os vários padrões de interação requeridos pelas múltiplas aplicações interativas. Diante disso, os autores encontraram cinco requisitos chaves para esse tipo de aplicação e apresentaram um conjunto de abstrações que permitem contornar o problema.

Outro problema que os autores apontam é a necessidade de instalação de um *software* nos dispositivos móveis dos usuários. Segundo eles, (i) as pessoas não estão dispostas ou hesitam em instalar softwares em seus dispositivos; (ii) a grande heterogeneidade dos dispositivos dificultam a criação de sistemas customizados para todos os tipos de dispositivos. (iii) o uso dos dispositivos de forma impessoal facilita a interação instantânea por não precisar de um processo de registro. Desse modo os autores propõem um modelo onde os usuários interagem com o *display*, por meio de mensagens SMS, por meio de mensagens de voz, ou via Web, conforme mostrado na Figura 8.13.

Toward a Platform for Pervasive Display Applications in Retail Environments

Strohbach e Martin (2011) apresentam suas experiências no contexto de *Digital Signage*. Em uma parceria com a empresa *Instoremedia Sweden*, que desenvolve dispositivos para

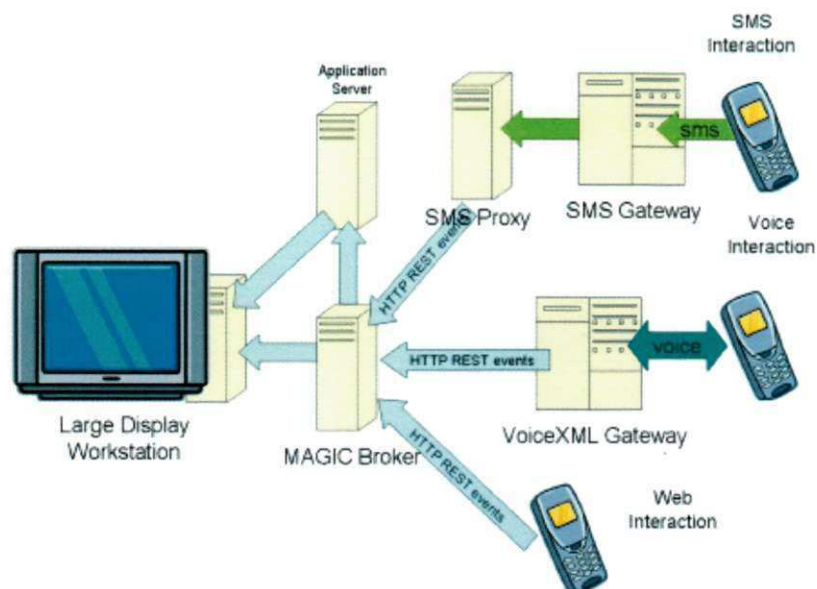
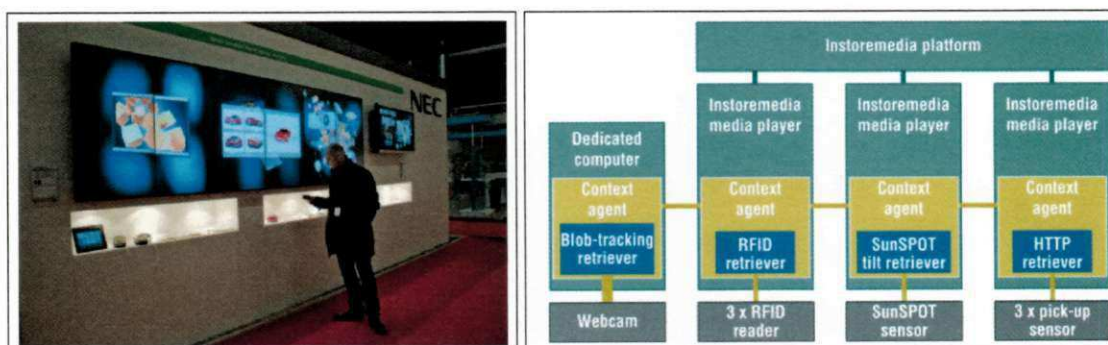


Figura 8.13: Fluxo de Eventos do *Magic Broker*. Fonte: (ERBAD et al., 2008).

sinalização digital, eles criaram um dispositivo que permite detectar a presença do usuário junto ao dispositivo e à medida que o usuário se desloca produtos vão sendo exibidos no setor do dispositivo onde é detectada sua presença. Além disso, alguns produtos equipados com sensores estão dispostos na base do dispositivo, permitindo que o usuário possa interagir e obter mais informações sobre o produto, conforme é ilustrado na Figura 8.14(a).

O dispositivo permite interatividade por meio de oito sensores, sendo eles: *1 Webcam*, *3 RFID*, *1 Sun SPOT* e *3 pick-up sensors* (Figura 8.14(b)). Quando desses dispositivos são acionados, um agente de contexto faz uma combinação de quais sensores estão sendo usados para determinar o contexto e alterar o que está sendo exibido no *display*.



(a) Dispositivo interativo para *Digital Signage*. (b) Diagrama de implantação da plataforma *Instoremedia*.

Figura 8.14: *Display wall* interativo. Fonte: (STROHBACH; MARTIN, 2011)

Pensando numa forma de aumentar a interatividade, os autores desenvolveram um protótipo que permite aos usuários interagir com o dispositivo a partir de seus telefones celulares. Neste protótipo, além de serem usados para interação, os telefones celulares são usados para obtenção de preferências (Figura 8.15(a)). A interatividade ocorre de modo similar à descrita anteriormente, entretanto a comunicação se dá por meio de uma interface *Bluetooth* (Figura 8.15(b)).

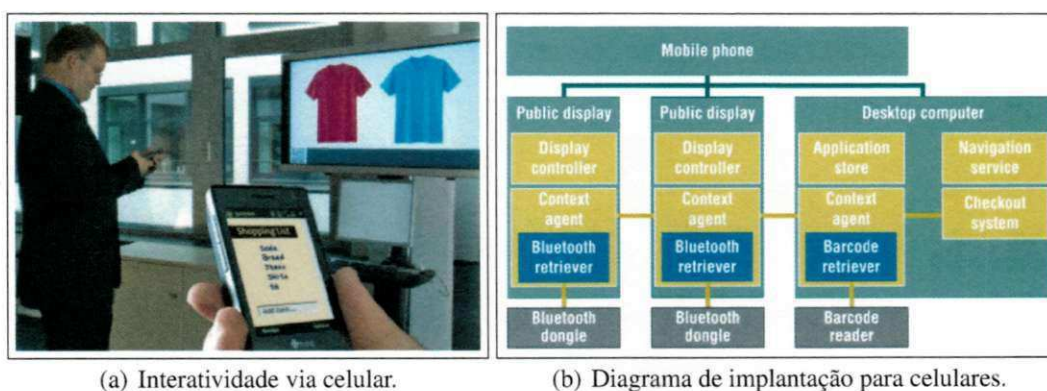


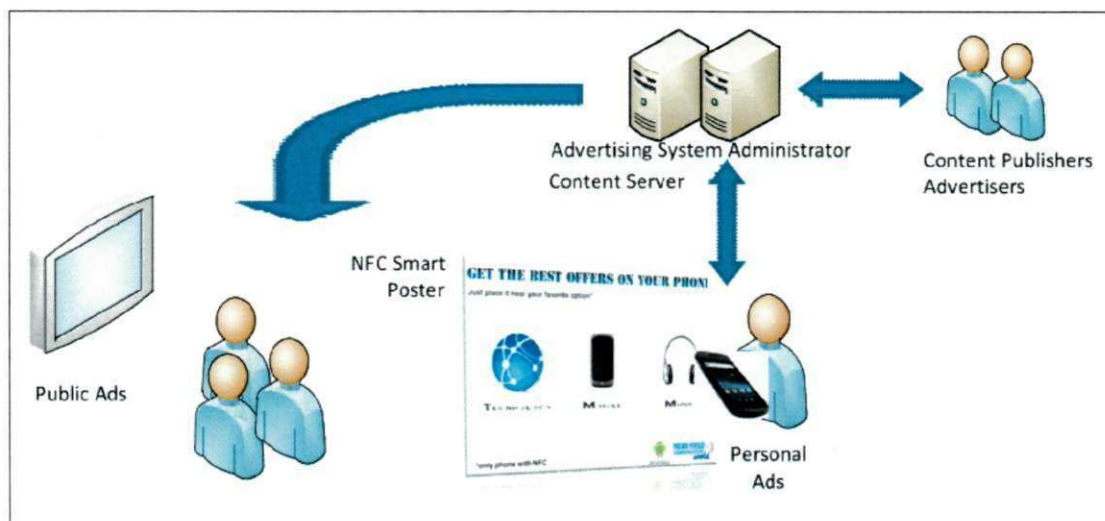
Figura 8.15: Interatividade usando dispositivos *Bluetooth*. Fonte: (STROHBACH; MARTIN, 2011).

Using Pervasive Computing Technologies to Deliver Personal and Public Ads in Public Spaces

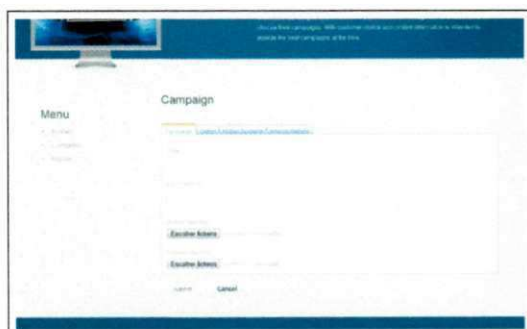
Santos et al. (2012) descrevem um modelo que faz uso das tecnologias oferecidas pela Computação Pervasiva para fins publicitários. O modelo foca no cenário de Sinalização Digital em locais públicos e exibe anúncios adequados às pessoas que estão próximas ao *display*. Para escolher os anúncios, primeiro é feita a coleta de informações individuais dos usuários. Essa aquisição é feita com base nas interações que os usuários têm com os dispositivos NFC (*Near Field Communication*) que transmite essa para o servidor.

Na Figura 8.16(a) a arquitetura do sistema é mostrada. Existem quatro componentes principais: (i) o *Content Server*, que contém as regras de negócio para gerenciamento e controle das campanhas publicitárias e é também responsável pela alocação dos anúncios; (ii) o *Web Portal*, que consistem em uma interface gráfica, ilustrada na Figura 8.16(b) para administradores e anunciantes; (iii) o *Mobile App*, que associa *tags* ao dispositivo, referentes às preferências do usuário e quando este se aproxima do *display* as *tags* são passadas display via

NFC; e (iv) o *Public display*, que exhibe os anúncios no, conforme ilustrado na Figura 8.16(c).



(a) Arquitetura do Sistema.



(b) Interface Web.



(c) Anúncio exibido.

Figura 8.16: Recomendação de Anúncios em Ambientes Públicos. Fonte: (SANTOS et al., 2012).

8.2.5 Privacidade

A Propaganda Pervasiva tem como principal característica o uso da informação contextual para entrega de anúncios relevantes. Entretanto, o uso dessa informação acarreta em preocupações com a privacidade dos dados por parte dos consumidores. A seguir, são descritos alguns desses trabalhos com foco em privacidade em propaganda.

Towards Privacy-Aware Target Advertising

Athanasίου et al. (2012) propõem um arcabouço de software para lidar com a questão da privacidade dos dados dos consumidores, principalmente no escopo da Web. Eles implemen-

taram um sistema de comunicação em tempo-real (i.e., um *chat*) em que durante a conversa anúncios personalizados são exibidos.

Conforme mostrado na Figura 8.17(a) a arquitetura do sistema é composta de três camadas e funciona da seguinte forma: os usuários se comunicam por meio do *ChatServer* que atua como um *middleware* entre usuários e o servidor de anúncios (*AdvertisingServer*). Uma vez que o *AdvertisingServer* identifica uma palavra chave na conversa ele consulta na ontologia e obtém o termo que melhor descreve a palavra chave, ou conjunto de palavras, conforme mostrado na Figura 8.17(b). Dessa forma o autor argumenta que o *ChatServer* “oculta” do *AdvertisingServer* as informações pessoais dos usuários. De posse do termo, o *AdvertisingServer* seleciona os anúncios relacionados ao termo, ou termos, passados.

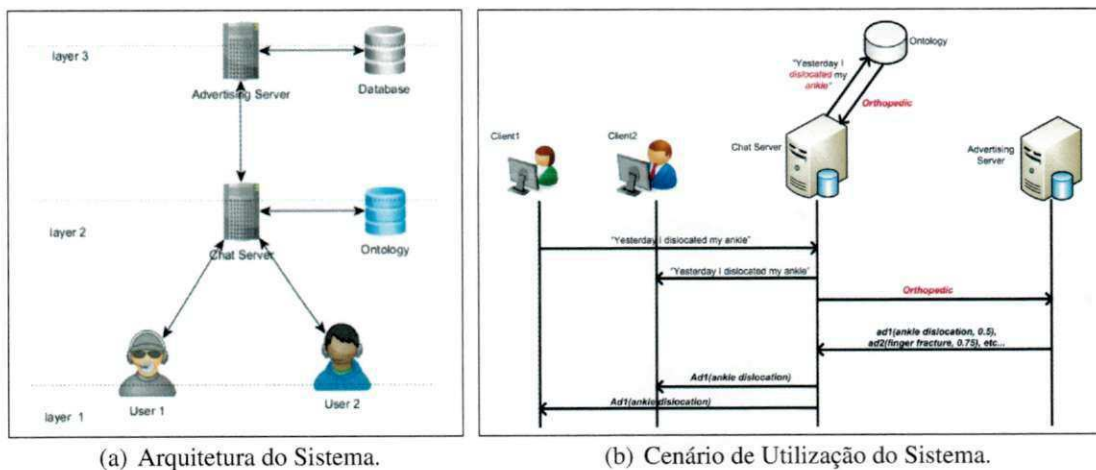


Figura 8.17: Visão Geral do Sistema de Entrega de Anúncios Cientes de Privacidade. Fonte: (SANTOS et al., 2012).

8.2.6 Uso do Contexto Social

Estudos mais recentes mostram uma tendência de análise do comportamento social dos usuários. Lukowicz et al. (2012) propõem uma verdadeira revolução na forma como a informação é analisada, considerando a possibilidade de uma computação socialmente ciente, onde o foco é a interação social para determinar as atividades sociais dos usuários e criar sistemas oportunistas. A seguir são descritos os trabalhos que já abordam de alguma forma essa temática

Private Traits and Attributes are Predictable from Digital Records of Human Behavior

Kosinski et al. (2013) mostram que é possível, e fácil, usando apenas a opção “curtir” do Facebook¹ descobrir uma série de informações a respeito dos usuários. Ou seja, com base apenas no conteúdo do que foi “curtido” pelo usuário é possível determinar suas características, tais como orientação sexual, etnia, visões políticas e religiosas, traços da personalidade, felicidade, uso de substâncias aditivas, separação dos pais, gênero e idade.

Para isso Kosinski et al. selecionaram as opções de “curtir” de 58.466 voluntários. Conforme mostrado na Figura 8.18, a matriz formada pelo usuários e o que eles “curtiram”, que contam com 55.814 elementos curtidos, passa por um processo de Decomposição em Valores Singulares que os reduziram a 100 componentes, por fim é usado um modelo de predição para determinar as características dos usuários.

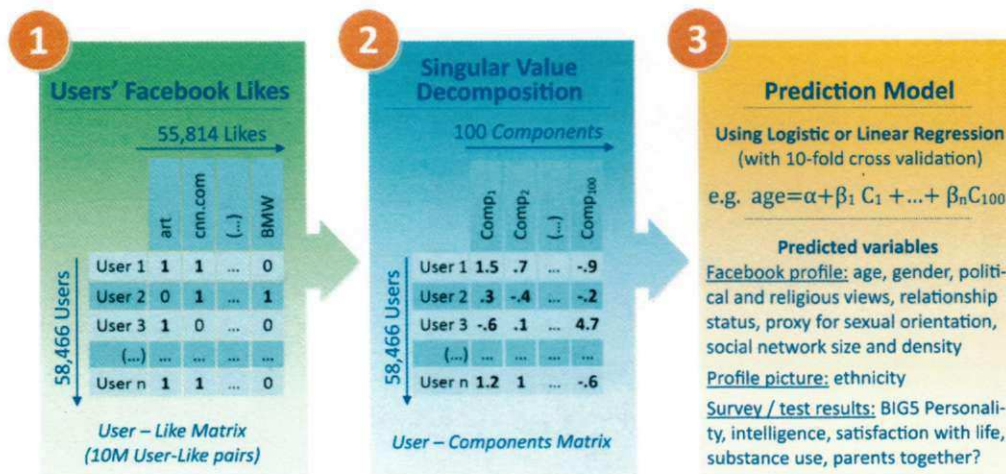


Figura 8.18: Modelo de Identificação de Características dos Usuários do Facebook. Fonte (KOSINSKI et al., 2013)

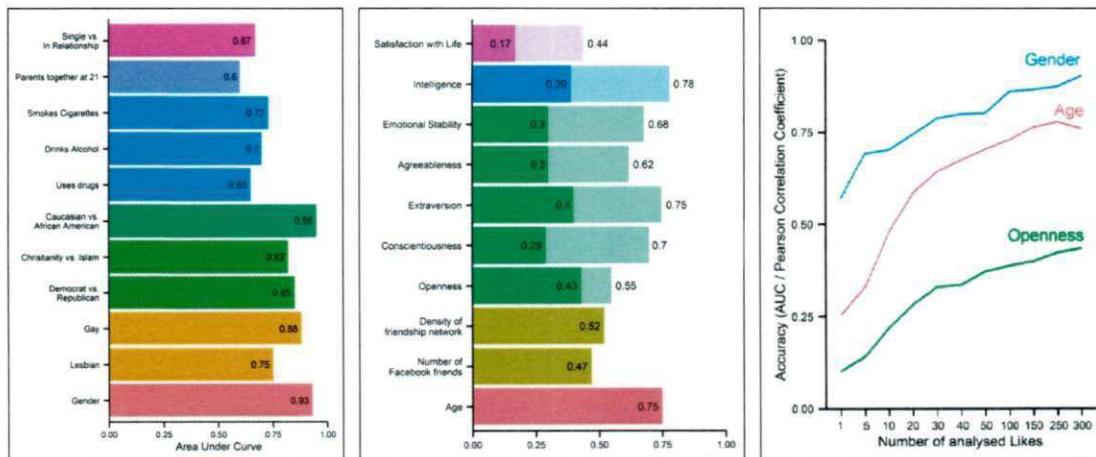
Os resultados obtidos foram tratados de duas formas, de acordo com a natureza do atributo. Para os atributos dicotômicos, aqueles que podem assumir dois valores distintos, foi usado o algoritmo de área sob a curva (AUC) que corresponde à probabilidade de classificar corretamente dois usuários de cada classe selecionados aleatoriamente (e.g., um homem e uma mulher). Na Figura 8.19(a) é mostrado o resultado da acurácia da predição usando esse método.

Para as variáveis numéricas foi usada a correlação de *Pearson*. Na Figura 8.19(b) é

¹www.facebook.com

mostrado o resultado da acurácia da predição usando a correlação de *Pearson*. Note que para algumas variáveis não é possível determinar o valor real, para esses casos são aplicados questionários, oriundos da psicologia, que determinam com um certo nível de certeza esse valor. Na Figura 8.19(b), o valor inferido aparece como um sombreamento.

Foi constatado que na medida em que aumenta a quantidade de “curtir” analisados aumenta a acurácia dos modelos, conforme mostrado na Figura 8.19(c).



(a) Precisão da predição de classificação para os atributos dicotômicos expressas pelo AUC. (b) Precisão da predição de classificação para os atributos numéricos expressas pela correlação de *Pearson*. (c) Precisão das predições em função do número de “curtir” disponíveis.

Figura 8.19: Recomendação de Anúncios em Ambientes Públicos. Fonte: (SANTOS et al., 2012).

More than Words: Social Networks' Text Mining for Consumer Brand Sentiments

Mostafa (2013) utilizam a mineração de textos em redes sociais visando responder duas questões de pesquisa: *RQ1*. Pode a mineração de opiniões em redes sociais serem usadas para detectar padrões nos sentimentos dos consumidores em relação a marcas globais, tais como Nokia e IBM? *RQ1*. Empresas podem efetivamente usar a mineração de opiniões em redes sociais para reprojeter seu marketing e suas campanhas publicitárias?

Para responder a essas questões foram analisadas mais que 3500 postagens que expressavam alguma atitude em relação a 16 marcas globais. Uma das principais vantagens do uso dessas postagens para (re)definição das campanhas publicitárias é que elas são imediatas e podem ser acessadas a um custo baixíssimo.

Na Figura 8.20 é mostrado o gráfico de tendência da empresa Nokia. Esse gráfico mostra quais as palavras que mais aparecem quando a empresa é mencionada nas postagens no decorrer do tempo. Note que o termo *Lumia* é um dos que mais estão associados à marca e que concorrentes, como iPhone e blackberry, também são mencionados.

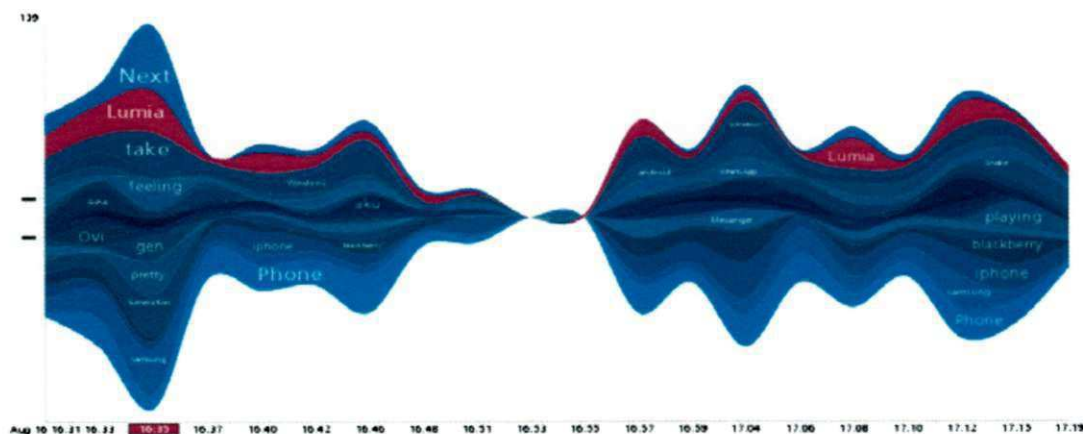
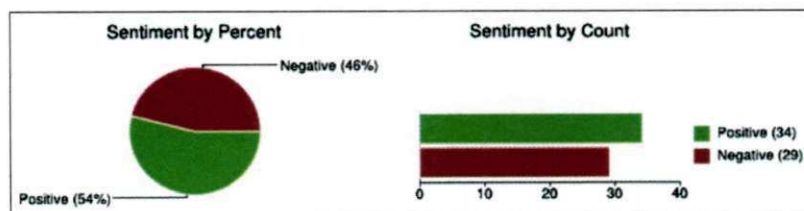
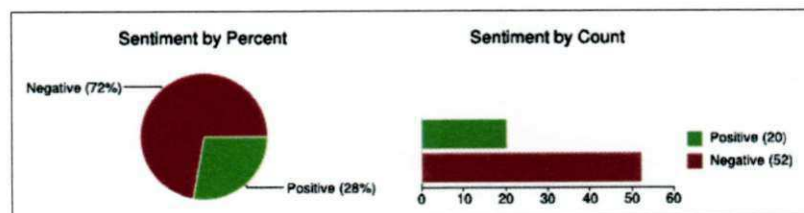


Figura 8.20: Termos mais frequentes nas postagens que mencionam a empresa Nokia. Fonte: (MOSTAFA, 2013).

Também é possível identificar se o sentimento do usuário ao mencionar a empresa é positivo ou negativo. Na Figura 8.21 é mostrado o quantitativo referente ao total de postagens sobre as empresas Lufthansa (Figura 8.21(a)) e T-Mobile (Figura 8.21(b)).



(a) Empresa Lufthansa.



(b) Empresa T-Mobile.

Figura 8.21: Quantidade de ocorrências positivas e negativas associadas à marca. Fonte: (MOSTAFA, 2013).

Note que os resultados são importantes para responder as questões de pesquisa, mas não

releva o porque das atitudes positivas ou negativas dos consumidores em relação às marcas.

8.3 Considerações

Muito se tem feito no sentido de tornar a Propaganda Pervasiva uma realidade. Grande parte do que já foi feito pela Propaganda Móvel, Propaganda na Internet e Sinalização Digital servem como impulso para a área de Propaganda Pervasiva. As principais contribuições dessas áreas provém da utilização da informação do usuário para obtenção de anúncios mais relevantes. Entretanto, somente com o paradigma de Computação Pervasiva é que o acesso a informação contextual passa a ser expressivo.

A utilização dessa informação associada ao grande poder de audiência e de acessibilidade oferecido pelos dispositivos, faz da Propaganda Pervasiva uma das áreas de aplicações mais promissoras da atualidade. O problema, é que os avanços obtidos pelas áreas correlatas, não se aplicam diretamente à Propaganda Pervasiva. Por exemplo, para lidar com dispositivos pessoais é preciso estar atento ao requisito de *intrusividade*, que até então era algo que não podia ser tratado. Perceba que os trabalhos citados neste capítulo atacam, de forma direta ou indireta, esse requisito.

Outra deficiência encontrada nos trabalhos é a falta de experimentos que mostrem qual o ganho real (e.g., aumento na relevância dos anúncios entregues) para o consumidor das abordagens propostas. Apenas poucos trabalhos mostram esses resultados, sendo a maioria apenas conceituais.

A revisão da literatura sugere que a problemática abordada nesta tese é inédita. Poucos trabalhos mencionam os objetivos dos anunciantes. Os que mostram alguma preocupação com essa questão, apontam modelos para mediação de audiência ou afirmam que o aumento da relevância dos anúncios reflete na melhoria da efetividade da campanha publicitária. Com isso, a problemática abordada nesse trabalho mostra-se uma questão ainda em aberto.

Note que a solução apresentada nesta tese também oferece contribuições diretas para a área de sistemas multiagente. Mais especificamente, é apresentado uma estratégia de definição de preços totalmente nova, onde o valor (em *tickets*) está vinculado ao espaço onde o anúncio será veiculado e da relevância do que será veiculado. Fazendo uma alusão ao mercado, é como se o valor de um item dependesse também do uso que o comprador pretende

fazer. Entretanto, como esse não é o foco da problemática abordada nesta tese, trabalhos nessa área não são considerados nesta tese.

Capítulo 9

Conclusões

Essa tese abordou a problemática da necessidade de equilíbrio entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes, para veiculação de propagandas no escopo da Computação Pervasiva. Para isso, formulou-se a hipótese que esse equilíbrio pode ser obtido por meio de negociações entre consumidores e anunciantes. Para conceber um modelo computacional capaz de prover esse cenário de negociação optou-se pelo paradigma de agentes, no qual, agentes de software passaram a assumir o papel do anunciante e do consumidor. Para viabilizar a concepção do modelo, além do modelo de negociação multiagente, foram criados um modelo de obtenção de informação contextual e um modelo de representação dessa informação. Esses modelos foram validados por meio de experimentos e de simulações. No decorrer deste capítulo serão descritas as principais contribuições dessa tese e as possibilidades de continuação do trabalho.

9.1 Contribuições

O maior diferencial desse trabalho está em proporcionar que anunciantes e consumidores possam, ao mesmo tempo, aproveitar ao máximo dos benefícios oferecidos pela área de Propaganda Pervasiva. Para isso, uma série de estudos, modelos, simulações e experimentos foram realizados, resultando em diversas contribuições para a área, relatadas a seguir:

Identificação do Problema: o problema descrito e formalizado nesta tese é, até onde se tem conhecimento, inédito. A maioria das abordagens existentes focam em mecanismos e soluções que visam obter anúncios mais condizentes com os interesses dos

consumidores. Alguns trabalhos mais recentes demonstram alguma preocupação com os anunciantes, mas em termos de medição de audiência e de encontrar os consumidores para os quais seus anúncios são relevantes, o que, de certa forma, está relacionado com a problemática geral. Nessa tese, propôs-se um problema novo para a área de Propaganda Pervasiva, descrito na Seção 1.3 e formalizado na Seção 3.1, que consiste em encontrar um equilíbrio entre os interesses dos consumidores e os objetivos dos anunciantes em relação a eficiência da campanha publicitária (BUBLITZ et al., 2013).

Modelo de Negociação: o modelo de negociação proposto nesta tese, descrito no Capítulo 3, mostra-se capaz de resolver o problema mencionado anteriormente e de satisfazer os objetivos descritos na Seção 1.6, trazendo contribuições significativas (BUBLITZ et al., 2012). As principais contribuições do modelo de negociação são:

- *Entrega de Anúncios Adequados ao Contexto do Consumidor:* o uso da informação contextual permite que os anúncios sejam entregues de acordo com os interesses dos consumidores. Isso inclui tanto a entrega de anúncios adequado aos interesses, quanto adequados à atividade exercida pelo consumidor. Dessa forma é possível obter um alto nível de relevância nos anúncios entregues;
- *Entrega de Anúncios Condizentes com as Necessidades dos Anunciantes:* o grande diferencial desse trabalho em relação às abordagens existentes é que ele permite que a veiculação dos anúncios leve em conta não só os interesses dos consumidores, mas também as necessidades dos anunciantes;
- *Mecanismo para Cobrança dos Anúncios:* uma dificuldade enfrentada pela área de Propaganda Pervasiva consiste na definição de mecanismos justos e eficientes para cobrar dos anunciantes pelos anúncios veiculados. A abordagem usada nessa tese possui um mecanismo totalmente novo e eficiente para essa cobrança. Esse mecanismo consiste na moeda de negociação dos agentes: o *ticket*. Nesse contexto o *ticket* passa a ter um valor e na medida em que os acordos entre os agentes dos usuários e os agentes dos anunciantes acontecem esse valor é debitado da conta do anunciante;
- *Privacidade:* embora esse não seja o foco do trabalho, a preocupação com a privacidade dos dados dos consumidores sempre existiu. Para isso, toda a infor-

mação do consumidor é gerenciada por um único agente, o *Agente do Usuário*, que não a repassa para nenhum outro. Fazendo uma correlação com a Orientação a Objetos, o *Agente do Usuário* encapsula toda a informação do anunciante. O regime regulatório usado para fornecer privacidade ao usuário pode ser visto como um regime de *ruído*, que consiste em “esconder ou disfarçar a identidade do usuário”. Mais precisamente, o tipo de ruído adotado é o de *anonimato*, “que oculta os dados (identidade) do usuário”. Do ponto de vista do funcionamento, o método adotado atua a nível de *prevenção*, “evitando a liberação de informação que possa ser mal utilizada” (DEHGHANTANHA, 2010).

Modelo de Representação da Informação Contextual: foi descrito, no Capítulo 4 desta tese, um modelo e ontologia desenvolvidos com o objetivo de representar a informação contextual no escopo da computação pervasiva. As principais vantagens desse modelo em relação aos demais existentes são: i) o mesmo pode ser aplicado a vários domínios diferentes; e ii) caso necessário, o modelo pode ser facilmente estendido. Isso é possível pois a informação no modelo aqui proposto está acoplada à fonte da informação e não ao domínio da aplicação.

Modelo de Obtenção da Informação Contextual: foi descrito no Capítulo 5 o modelo multiagente para obtenção da informação contextual. O grande diferencial desse modelo é que ele permite usar uma série de fontes distintas para obtenção *dinâmica* e *transparente* da informação contextual. A partir desse modelo é possível inferir uma série de informações a respeito do consumidor mesmo que ele não informe nada explicitamente (SOARES et al., 2013);

Validação dos Modelos: todos os modelos descritos nesta tese foram submetidos a algum processo de validação. Para o Modelo de Aquisição da informação contextual foram realizados uma série de experimentos, descritos no Capítulo 6. Para o Modelo de Negociação foi desenvolvido um sistema multiagente cuja validação está descrita no Capítulo 7.

9.2 Trabalhos Futuros

O trabalho descrito nessa tese é apenas o primeiro passo rumo a criação de um sistema efetivo de Propaganda Pervasiva. Como decorrência dele alguns trabalhos em nível de graduação, mestrado e doutorado foram e estão sendo desenvolvidos. Ainda assim, existem boas perspectivas de que outros trabalhos se desenvolvam. A seguir, são descritos os principais aspectos que podem originar novos trabalhos futuros:

Diversidade de Dispositivos: o modelo de negociação proposto nessa tese não considera quais os dispositivos que estão acessíveis ao consumidor para a entrega do anúncio. Por exemplo, dado que o propósito de uma empresa ao iniciar uma campanha publicitária é persuadir o consumidor, é importante que os dispositivos nos quais o anúncio seja veiculado seja propício para esse propósito. Ou seja, usar um dispositivo pessoal (e.g., *smartphone*) pode ser mais adequado para essa situação do que um dispositivo de uso público (e.g., *smart Tv* para sinalização digital).

Explorar o Contexto Social: o modelo de aquisição de informação contextual já contempla a possibilidade de obter informações das redes sociais do usuário. Entretanto essa possibilidade deve ser melhor explorada efetivamente. Além disso, deve-se trabalhar no sentido de identificar a influência que um usuário possui sobre outro, para traçar estratégias de divulgação mais eficientes utilizando-se do conceito de *marketing viral*.

Otimizar o Cálculo da Similaridade e Relevância: a escolha dos elementos e fatores usados para os cálculos da relevância e similaridade foram feitas com base em pequenos experimentos e simulações realizados no decorrer do desenvolvimento dessa tese. Entretanto, é importante realizar experimentos mais abrangentes que permitam definir melhor os critérios utilizados para esse fim, tais como:

- ***Atribuir pesos aos interesses/categorias.*** Nesse trabalho, todos os interesses ou preferências dos consumidores foram tratados de forma equivalente. Por exemplo, se um consumidor que tem interesse por *esportes* e *culinária*, anúncios relacionados a esses temas têm o mesmo peso. Entretanto, é natural que um consumidor tenha mais interesse por um que pelo outro. Para esse exemplo, caso um

consumidor tenha mais interesse por *esportes*, então um anúncio de esporte deve ter uma similaridade maior que um de *culinária*.

O mesmo acontece com as categorias associadas a um produto. Por exemplo, uma bola de futebol pode possuir como categorias *esportes* e *brinquedos*, mas é natural que ela se adeque melhor a uma dessas categorias que a outra. Isso também teria um impacto direto na similaridade do anúncio para o consumidor.

- *Considerar a faixa etária para o cálculo da similaridade.* Este trabalho apresenta uma equação para definir a similaridade do anúncio com base na faixa-etária do público-alvo. Entretanto ele não considera essa faixa-etária como um fator de atenuação da similaridade. Ou seja, para pessoas mais novas a diferença de idade tem um impacto maior que para pessoas com mais idade e isso pode ser importante para a entrega de anúncios.

Identificar o Público-Alvo do Anúncio: é possível que os anunciantes possam entender melhor o público-alvo dos seus produtos com base no retorno que pode ser obtido de forma transparente. Isso pode ser fundamental para que as empresas possam reprojeter suas campanhas publicitárias ou até mesmo seus produtos.

Bibliografia

AL-ASHMAWAY, W.; EL-SISI, A. Bilateral Agent Negotiation for E-Commerce Based on Fuzzy Logic. In: *International Conference on Computer Engineering Systems*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 64–69.

ALT, F.; BALZ, M.; KRISTES, S.; SHIRAZI, A. S.; MENNENÖH, J.; SCHMIDT, A.; SCHRÖDER, H.; GOEDICKE, M. Adaptive User Profiles in Pervasive Advertising Environments. In: *Proceedings of the European Conference on Ambient Intelligence*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. (AmI '09), p. 276–286. ISBN 978-3-642-05407-5.

ATHANASIOU, A. P.; RAFTOPOULOS, C. N.; THANOS, E. D.; KRITHARELLIS, G. V.; TSELIKAS, N. D.; FOUKARAKIS, I. E.; BOUCOUVALAS, A. C. Towards Privacy-Aware Target Advertising. *2012 16th Panhellenic Conference on Informatics*, 2012. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 0, p. 133–137, 2012.

BADER, R.; NEUFELD, E.; WOERNDL, W.; PRINZ, V. Context-Aware POI Recommendations in an Automotive Scenario using Multi-Criteria Decision Making Methods. In: *Proceedings of the 2011 Workshop on Context-awareness in Retrieval and Recommendation*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (CaRR '11), p. 23–30. ISBN 978-1-4503-0625-6.

BELKIN, N.; CROFT, W. Information Filtering and Information Retrieval: Two Sides of the Same Coin? *Communications of the ACM*, 1992. ACM, v. 35, n. 12, p. 29–38, 1992.

BELLIFEMINE, F. L.; CAIRE, G.; GREENWOOD, D. *Developing Multi-Agent Systems with JADE*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2007. ISBN 0470057475.

BERNAYS, E. *Propaganda*. [S.l.]: Horace liveright, 1928.

BROOKS, A. L.; CHESHIRE, C. Ad-itudes: Twitter Users & Advertising. In: *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work Companion*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (CSCW '12), p. 63–66. ISBN 978-1-4503-1051-2.

BRUNER, G. C.; KUMAR, A. Attitude toward Location-Based Advertising. *Journal of Interactive Advertising*, 2007. v. 7, n. 2, p. 3–15, Spring 2007.

BUBLITZ, F.; ALMEIDA, H.; LUIZ, S. O. D.; PERKUSICH, A. Pervasive Advertising: an Approach for Consumers and Advertisers. In: *2013 IEEE Third International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin) (2013 IEEE ICCE-Berlin)*. Berlin, Germany: [s.n.], 2013.

- BUBLITZ, F.; ALMEIDA, H.; PERKUSIC, A. Uma Abordagem Multiagente para Disponibilização de Anúncios Cientes de Contexto em Ambientes Pervasivos. In: *Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva - SBCUP*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–10.
- BUBLITZ, F.; ALMEIDA, H.; PERKUSIC, A.; LOUREIRO, E.; BARROS, E.; DIAS, L. An Infrastructure for Developing Context Aware Applications in Pervasive Environments. In: *SAC '08: Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*. New York, NY, USA: ACM, 2008. p. 1958–1959. ISBN 978-1-59593-753-7.
- BUBLITZ, F.; ALMEIDA, H. O. de; PERKUSIC, A. A Context Ontology Model for Pervasive Advertising: a Case Study on Pervasive Displays. In: *Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE'2012)*. [S.l.]: Knowledge Systems Institute Graduate School, 2012. p. 426–431.
- BUBLITZ, F.; SILVA, L. C. e; OLIVEIRA, E. A. da S.; LUIZ, S. O. D.; ALMEIDA, H. O. de; PERKUSIC, A. A Petri Net Model Specification for Delivering Adaptable Ads through Digital Signage in Pervasive Environments. In: *Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE'2013)*. [S.l.]: Knowledge Systems Institute Graduate School, 2013. p. 405–410.
- CAIRE, G. *JADE Tutorial - JADE Programming for Beginners*. [S.l.], 2009.
- CHALMERS, D. M. D.; WAKEMAN, I. Improving the Effectiveness of Advertising Through Contextual Mediation. In: *5th INTERNATIONAL WORKSHOP ON PERVASIVE ADVERTISING*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–10.
- CHEN, R.-C.; BAU, C.-T.; YEH, C.-J. Merging Domain Ontologies Based on the WordNet system and Fuzzy Formal Concept Analysis techniques. *Applied Soft Computing*, 2011. v. 11, n. 2, p. 1908–1923, 2011. ISSN 1568-4946.
- CHO, D. J.; HONG, M. W. A Design of Ontology Context Model in Ubiquitous Learning Environments. In: *ICCOMP'08: Proceedings of the 12th WSEAS international conference on Computers*. Stevens Point, Wisconsin, USA: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2008. p. 844–848. ISBN 978-960-6766-85-5.
- COOK, D. J.; AUGUSTO, J. C.; JAKKULA, V. R. Ambient intelligence: Technologies, applications, and opportunities. *Pervasive and Mobile Computing*, 2009. v. 5, n. 4, p. 277–298, August 2009. ISSN 15741192.
- COURSARIS, C. K.; SUNG, J.; SWIERENGA, S. J. Effects of Message Characteristics, Age, and Gender on Perceptions of Mobile Advertising - An Empirical Investigation among College Students. In: *Proceedings of the 2010 Ninth International Conference on Mobile Business / 2010 Ninth Global Mobility Roundtable*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010. (ICMB-GMR '10), p. 198–205. ISBN 978-0-7695-4084-9.
- DAI, W.; DAI, X.; SUN, T. A Smart Targeting System for Online Advertising. *JCP*, 2009. v. 4, n. 8, p. 778–786, 2009.
- DAO, T. H.; JEONG, S. R.; AHN, H. A Novel Recommendation Model of Location-based Advertising: Context-Aware Collaborative Filtering using GA Approach. *Expert Systems with Applications*, 2012. v. 39, n. 3, p. 3731 – 3739, 2012. ISSN 0957-4174.

- DEGHANTANHA, A. *Privacy in Pervasive Computing Systems*. [S.l.]: Lap Lambert Academic Publishing, 2010.
- DEY, A. K. Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2001. Springer-Verlag, London, UK, v. 5, n. 1, p. 4–7, 2001. ISSN 1617-4909.
- DING, L.; KOLARI, P.; DING, Z.; AVANCHA, S.; FININ, T.; JOSHI, A. *Using Ontologies in the Semantic Web: A Survey*. [S.l.], 2005.
- DONG, Y.; LI, Q.; SHI, Y. Research on the Architecture of Ontology-based Context-aware Application in Pervasive Environment. In: *Pervasive Computing and Applications, 2007. ICPCA 2007. 2nd International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 128–132.
- DROSSOS, D.; GIAGLIS, G. Mobile Advertising Effectiveness: an Exploratory Study. In: *Mobile Business, 2006. ICMB '06. International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 2–10.
- EL-SISI, A.; MOUSA, H. Argumentation based Negotiation in Multiagent System. In: *Computer Engineering Systems (ICCES), 2012 Seventh International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 261–266.
- ERBAD, A.; BLACKSTOCK, M.; FRIDAY, A.; LEA, R.; AL-MUHTADI, J. MAGIC Broker: A Middleware Toolkit for Interactive Public Displays. In: *Pervasive Computing and Communications, 2008. PerCom 2008. Sixth Annual IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 509–514.
- ERIKSSON, C. I.; AKESSON, M. Ubiquitous Advertising Challenges. *International Conference on Mobile Business, 2008*. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 0, p. 9–18, 2008.
- ESPOSITO, A.; TARRICONE, L.; ZAPPATORE, M.; CATARINUCCI, L.; COLELLA, R. A Framework for Context-Aware Home-Health Monitoring. *Int. J. Auton. Adapt. Commun. Syst.*, 2010. Inderscience Publishers, Inderscience Publishers, Geneva, SWITZERLAND, v. 3, n. 1, p. 75–91, 2010. ISSN 1754-8632.
- FAN, W.-c. Spam Message Recognition Based on Content. In: *Computational and Information Sciences (ICIS), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 391–393.
- FERBER, J. *Multi-Agent System: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. [S.l.]: Addison Wesley Longman, 1999.
- FERDINANDO, A. D.; ROSI, A.; LENT, R.; MANZALINI, A.; ZAMBONELLI, F. MyAds: A System for Adaptive Pervasive Advertisements. *Pervasive and Mobile Computing*, 2009. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, v. 5, n. 5, p. 385–401, 2009. ISSN 1574-1192.
- FERSCHA, A. 20 Years Past Weiser: What's Next? *IEEE Pervasive Computing*, 2012. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 11, n. 1, p. 52–61, 2012. ISSN 1536-1268.
- FIPA. *Foundation for Intelligent Physical Agents*. 2011.

- FONSECA, J. M. M. R. da. *Protocolos de Negociação com Coligações em Sistemas multi-agente: uma aplicação à gestão distribuída de recursos*. Tese (Doutorado) — Universidade Nova de Lisboa, 2000.
- HELD, A.; BUCHHOLZ, S.; SCHILL, A. Modeling of Context Information for Pervasive Computing Applications. In: *Proceeding of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI2002)*. Orlando, EUA: [s.n.], 2002.
- HU, Y.; LI, X. An Ontology Based Context-Aware Model for Semantic Web Services. *Knowledge Acquisition and Modeling, International Symposium on*, 2009. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 1, p. 426–429, 2009.
- HUANG, R.; SYMONDS, J. Mobile Marketing Evolution: Systematic Literature Review on Multi-Channel Communication and Multi-Characteristics campaign. In: *Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, 2009. EDOCW 2009. 13th*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 157–165.
- HUHNS, M.; SINGH, M.; BURSTEIN, M.; DECKER, K.; DURFEE, K.; FININ, T.; GASSER, T.; GORADIA, H.; JENNINGS, P.; LAKKARAJU, K.; NAKASHIMA, H.; PARUNAK, H. V. D.; ROSENSCHEIN, J.; RUVINSKY, A.; SUKTHANKAR, G.; SWARUP, S.; SYCARA, K.; TAMBE, M.; WAGNER, T.; ZAVAF, L. Research Directions for Service-oriented Multiagent Systems. *Internet Computing, IEEE*, 2005. v. 9, n. 6, p. 65–70, Nov.-Dec. 2005. ISSN 1089-7801.
- IPC MARKETING EDITORA LTDA. *IPC Maps 2011*. 2011.
- JENNINGS, N. R. On Agent-based Software Engineering. *Artificial Intelligence*, 2000. Elsevier Science Publishers Ltd., Essex, UK, v. 117, p. 277–296, March 2000. ISSN 0004-3702.
- KALLEL, O.; JAAFAR, I. B.; DUPONT, L.; GHEDIRA, K. Mutli-agent Negotiation of Fair Contracts. In: *Computers and Industrial Engineering (CIE), 2010 40th International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–6.
- KATOH, N.; TAKAMI, K. A Method of Advertisement Selection in Multiple RFID-Tags Sensor Network for a Ubiquitous Wide-Area Advertising Service. In: *Proceedings of the 2008 Second International Conference on Sensor Technologies and Applications*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2008. p. 519–524. ISBN 978-0-7695-3330-8.
- KEXING, L. A Survey of Agent Based Automated Negotiation. In: *International Conference on Network Computing and Information Security (NCIS)*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 2, p. 24–27.
- KIM, C.; PARK, S.; KWON, K.; CHANG, W. An Empirical Test to Measure the Effectiveness of Online Advertising in Online Marketplaces Using a Hierarchical Bayes Model. *Expert Systems with Applications*, 2012. v. 39, n. 1, p. 117 – 128, 2012. ISSN 0957-4174.

- KOSINSKI, M.; STILLWELL, D.; GRAEPEL, T. Private Traits and Attributes are Predictable from Digital Records of Human Behavior. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–4.
- KOSTAKOS, V.; OJALA, T. Innovations in UbiComp Products. *Pervasive Computing, IEEE*, 2013. January–March, p. 8–13, 2013.
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. *Principles of Marketing*. 12th edition. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2007. Hardcover. ISBN 0132390027.
- KRUMM, J. Ubiquitous Advertising: The Killer Application for the 21st Century. *Pervasive Computing, IEEE*, 2010. PP, n. 99, p. 1–16, 2010. ISSN 1536-1268.
- KURKOVSKY, S.; HARIHAR, K. Using Ubiquitous Computing in Interactive Mobile Marketing. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2006. v. 10, n. 4, p. 227–240, 2006.
- LARMAN, C. *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development (3rd Edition)*. 3. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 2004. Hardcover. ISBN 0131489062.
- LEE, Y.-C. Factors Influencing Attitudes Towards Mobile Location-based Advertising. In: *Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2010 IEEE International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 709–712.
- LESSER, V. Multiagent Systems: An Emerging Subdiscipline of AI. *ACM Computing Surveys*, 1995. v. 27, n. 3, p. 340–342, January 1995.
- LI, K.; DU, T. C. Building a Targeted Mobile Advertising System for Location-Based Services. *Decision Support Systems*, 2012. v. 54, n. 1, p. 1 – 8, 2012. ISSN 0167-9236.
- LINDEN, G.; SMITH, B.; YORK, J. Amazon.com Recommendations: Item-to-Item Collaborative Filtering. *Internet Computing, IEEE*, 2003. IEEE, v. 7, n. 1, p. 76–80, 2003.
- LINDON, D.; LENDREVIE, J.; DIONÍSIO, J.; RODRIGUES, J. V. *Mercator XXI: Teoria e Prática do Marketing*. [S.l.]: DOM QUIXOTE, 2009. ISBN 9789722027441.
- LIU, C.-H.; CHANG, K.-L.; CHEN, J. J.-Y.; HUNG, S.-C. Ontology-Based Context Representation and Reasoning Using OWL and SWRL. *Communication Networks and Services Research, Annual Conference on*, 2010. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 1, p. 215–220, 2010.
- LIU, S.; LIU, P. Targeted Advertising Based on Intelligent Agents in e-Commerce. In: *International Conference on E-Business and Information System Security, 2009. EBISS '09*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 1–4.
- LUKOWICZ, P.; PENTLAND, S.; FERSCHA, A. From Context Awareness to Socially Aware Computing. *Pervasive Computing, IEEE*, 2012. v. 11, n. 1, p. 32 –41, january-march 2012. ISSN 1536-1268.
- MAEDA, K.; NISHI, M.; YOSHIDA, T.; SUZUKI, K.; INOUE, H. Digital Signage with Audience Detection Using TV Broadcasting Waves. In: *Applications and the Internet (SAINT), 2010 10th IEEE/IPSJ International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 225–228.

- MCCANDLESS, M. Web Advertising. *Intelligent Systems and their Applications, IEEE*, 1998. v. 13, n. 3, p. 8–9, may. 1998. ISSN 1094-7167.
- MCDONALD, M. *Marketing Plans: how to prepare them, how to use them. Sixth edition.* Fourth. [S.l.]: Elsevier Ltd, 1999.
- MEI, T.; HUA, X.-S. Contextual Internet Multimedia Advertising. *Proceedings of the IEEE*, 2010. v. 98, n. 8, p. 1416–1433, aug. 2010. ISSN 0018-9219.
- MOSTAFA, M. M. More than words: Social Networks text Mining for Consumer Brand Sentiments. *Expert Systems with Applications*, 2013. v. 40, n. 10, p. 4241–4251, 2013. ISSN 0957-4174.
- MOSTÉFAOUI, G. K.; PASQUIER-ROCHA, J.; BRÉZILLON, P. Context-Aware Computing: A Guide for the Pervasive Computing Community. In: *Proceedings of The IEEE/ACS International Conference on Pervasive Services (ICPS'04)*. Beirut, Líbano: [s.n.], 2004. p. 39–48.
- MÜLLER, J.; EXELER, J.; BUZECK, M.; KRÜGER, A. ReflectiveSigns: Digital Signs That Adapt to Audience Attention. In: *Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Computing*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. (Pervasive '09), p. 17–24. ISBN 978-3-642-01515-1.
- NARAYANASWAMI, C.; COFFMAN, D.; LEE, M. C.; MOON, Y. S.; HAN, J. H.; JANG, H. K.; MCFADDIN, S.; PAIK, Y. S.; KIM, J. H.; LEE; PARK, J. W.; SOROKER, D. Pervasive Symbiotic Advertising. In: *HotMobile '08: Proceedings of the 9th workshop on Mobile computing systems and applications*. New York, NY, USA: ACM, 2008. p. 80–85. ISBN 978-1-60558-118-7.
- PARK, I.; LEE, D.; HYUN, S. J. A Dynamic Context-Conflict Management Scheme for Group-Aware Ubiquitous Computing Environments. In: *COMPSAC '05: Proceedings of the 29th Annual International Computer Software and Applications Conference*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2005. p. 359–364. ISBN 0-7695-2413-3-01.
- PEREIRA, I. C. C. da S. P. G. *Sistema Multi-Agente para Apoio à Negociação em Mercados de Electricidade*. Tese (Doutorado) — Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2004.
- PEREZ, L. *Influência da Mulher no Mercado Automobilístico*. 2011.
- QUANYI, Z.; WEI, H. The Prospects of Modern Digital Electronic Media Advertising. In: *Networking and Digital Society (ICNDS), 2010 2nd International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2010. v. 2, p. 353–355.
- RAMCHURN, S.; DEITCH, B.; THOMPSON, M.; ROURE, D. D.; JENNINGS, N.; LUCK, M. Minimising Intrusiveness in Pervasive Computing Environments using Multi-Agent Negotiation. In: *Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services, 2004. MOBIQUITOUS 2004. The First Annual International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 364–371.

- RANGANATHAN, A.; CAMPBELL, R. H. Advertising in a Pervasive Computing Environment. In: *WMC '02: Proceedings of the 2nd international workshop on Mobile commerce*. New York, NY, USA: ACM, 2002. p. 10–14. ISBN 1-58113-600-5.
- RANGANATHAN, A.; CAMPBELL, R. H. A Middleware for Context-aware Agents in Ubiquitous Computing Environments. In: *Middleware '03: Proceedings of the ACM/IFIP/USENIX 2003 International Conference on Middleware*. New York, NY, USA: Springer-Verlag New York, Inc., 2003. p. 143–161. ISBN 3-540-40317-5.
- RESEARCH AND MARKETING. *Mobile Search: Location, Location, Location*. 2008.
- RESNICK, P.; VARIAN, H. R. Recommender systems. *Commun. ACM*, 1997. ACM, New York, NY, USA, v. 40, n. 3, p. 56–58, 1997. ISSN 0001-0782.
- RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. [S.l.]: Prentice Hall, 2003.
- SA, L. Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based on Cloud Model Clustering of Multi-indicators Item Evaluation. In: *Business Computing and Global Informatization (BCGIN), 2011 International Conference on*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 645–648.
- SANDHOLM, T. W. Distributed Rational Decision Making. In: WEISS, G. (Ed.). *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 1999. p. 201–258.
- SANTOS, P.; RIBEIRO, F.; METROLHO, J. Using Pervasive Computing Technologies to Deliver Personal and Public ads in Public Spaces. In: *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–6. ISSN 2166-0727.
- SEREMETIA, L.; GOUMOPOULOSA, C.; KAMEAS, A. Ontology-based Modeling of Dynamic Ubiquitous Computing Applications as Evolving Activity Spheres. *Pervasive and Mobile Computing*, 2010. v. 5, p. 574–591, 2010.
- SHANNON, R.; QUIGLEY, A. From Intrusive to Supportive: Recommendations for Pervasive Advertising. In: MÜLLER, J.; SCHMIDT, A.; QUIGLEY, A.; BEGOLE, B. (Ed.). *Proceedings of Workshop on Pervasive Advertising*. Nara, Japan: [s.n.], 2009. p. 21–24.
- SHEU, R.-Y.; CZAJKOWSKI, M.; HOFMANN, M. O.; SCHOW, G. Multiagent-based Adaptive Pervasive Service Architecture (MAPS). In: *Proceedings of the 3rd workshop on Agent-oriented software engineering challenges for ubiquitous and pervasive computing*. New York, NY, USA: ACM, 2009. (AUPC 09), p. 3–8. ISBN 978-1-60558-647-2.
- SOARES, L.; BUBLITZ, F.; ALMEIDA, H.; PERKUSIC, A.; ROSNER, M. Seleção de Anúncios Pervasivos Baseada na Segmentação de Mercado e Comportamento do Consumidor. In: *Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva - SBCUP*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 1–10.
- SOWA, J. Semantic Networks. In: *Encyclopedia of Artificial Intelligence*. [S.l.]: S. Shapiro, 1992.

STROHBACH, M.; MARTIN, M. Toward a Platform for Pervasive Display Applications in Retail Environments. *Pervasive Computing, IEEE*, 2011. v. 10, n. 2, p. 19–27, feb. 2011. ISSN 1536-1268.

TSANG, M. M.; HO, S.-C.; LIANG, T.-P. Consumer Attitudes Toward Mobile Advertising: An Empirical Study. *Int. J. Electron. Commerce*, 2004. M. E. Sharpe, Inc., Armonk, NY, USA, v. 8, n. 3, p. 65–78, 2004. ISSN 1086-4415.

UYSAL, A.; GUNAL, S.; ERGIN, S.; GUNAL, E. Detection of SMS Spam Messages on Mobile Phones. In: *Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2012 20th*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–4.

VATANPARAST, R. Piercing the Fog of Mobile Advertising. *Mobile Business, International Conference on*, 2007. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 1, p. 19–26, 2007.

VIAMONTE, M.; RAMOS, C.; RODRIGUES, F.; CARDOSO, J. ISEM: a Multiagent Simulator for Testing Agent Market Strategies. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, 2006. v. 36, n. 1, p. 107–113, 2006. ISSN 1094-6977.

WANT, R.; SCHILIT, B. N. Interactive Digital Signage. *Computer*, 2012. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 45, p. 21–24, 2012. ISSN 0018-9162.

WEISER, M. The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 1991. v. 265, n. 3, p. 66–75, September 1991.

WEISS, G. (Ed.). *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. [S.l.]: MIT Press, 1999.

WOOLDRIDGE, M. *An Introduction to MultiAgent Systems*. 1st. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2002. Paperback. ISBN 047149691X.

WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. Intelligent agents: Theory and practice. *The Knowledge Engineering Review*, 1995. v. 10, n. 2, p. 115–152, 1995.

YANG, B.; KIM, Y.; YOO, C. The Integrated Mobile Advertising Model: The effects of Technology- and Emotion-based Evaluations. *Journal of Business Research*, 2013. v. 66, n. 9, p. 1345–1352, 2013. ISSN 0148-2963.

YIN, K.-C.; WANG, H.-C.; YANG, D.-L.; WU, J. A Study on the Effectiveness of Digital Signage Advertisement. In: *Computer, Consumer and Control (IS3C), 2012 International Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 169–172.

YUCELEN, T.; HADDAD, W. M.; JOHNSON, E. N. Consensus Protocols for Networked Multiagent Systems with a Uniformly Continuous Quasi-Resetting Architecture. In: *American Control Conference (ACC), 2013*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 2019–2024. ISSN 0743-1619.

YUDELSON, J. Adapting Mccarthy's Four P's for the Twenty-First Century. *Journal of Marketing Education*, 1999. v. 21, n. 1, p. 60–67, 1999.