

JULIANO ZANUZZIO BLANCO

***SADP: Arquitetura de Sites Dirigida por
Personalização***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

SÃO CARLOS

2009

JULIANO ZANUZZIO BLANCO

***SADP: Arquitetura de Sites Dirigida por
Personalização***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Áreas de Concentração: *Engenharia de Software, Sistemas de Personalização, Ontologia.*

Orientador: Prof. Dr. Antonio Francisco do Prado

**SÃO CARLOS
2009**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B641sa

Blanco, Juliano Zanuzzio.

SADP : arquitetura de sites dirigida por personalização /
Juliano Zanuzzio Blanco. -- São Carlos : UFSCar, 2009.
103 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2009.

1. Sistemas de recomendação. 2. Ontologia difusa. 3.
Personalização. 4. Adaptação de conteúdo. I. Título.

CDD: 003.7 (20^a)

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

“SADP: Arquitetura de Sites Dirigida por
Personalização”

JULIANO ZANUZZIO BLANCO

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação da Universidade Federal de São
Carlos, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em Ciência da
Computação

Membros da Banca:



Prof. Dr. Antonio Francisco do Prado
(Orientador - DC/UFSCar)



Prof. Dr. Sérgio Donizetti Zorzo
(DC/UFSCar)



Prof. Dr. Roberto da Silva Bigonha
(UFMG)

São Carlos
Setembro/2009

*A vida é uma oportunidade, aproveita-a.
A vida é beleza, admira-a.
A vida é beatificação, saborei-a.
A vida é sonho, torna-o realidade.
A vida é um desafio, enfrenta-o.
A vida é um dever, cumpre-o.
A vida é um jogo, joga-o.
A vida é preciosa, cuida-a.
A vida é riqueza, conserva-a.
A vida é amor, goza-a.
A vida é um mistério, desvela-o.
A vida é promessa, cumpre-a.
A vida é tristeza, supera-a.
A vida é um hino, canta-o.
A vida é um combate, aceita-o.
A vida é tragédia, domina-a.
A vida é aventura, afronta-a.
A vida é felicidade, merece-a.
A vida é a VIDA, defende-a.*

*by **Madre Teresa de Calcutá***

Agradecimentos

- Em primeiro lugar a Deus, por abrir esse caminho que foi trilhado com muito esforço e dedicação;
- Aos meus pais, José Irineu Blanco e Pedrina Aparecida Zanuzzio Blanco, que sempre me deram apoio, incentivo, coragem e amor em todos os momentos da minha vida;
- Ao meu orientador, Antonio Francisco do Prado, que com sua sabedoria, experiência, incentivos e cobranças me guiou durante todo o percurso do mestrado;
- À minha namorada e amiga Fabiana Muniz que me deu grande ajuda nas correções dos artigos em inglês e grande incentivo em todo o mestrado.
- À minha amiga Kamila Rios da Hora Rodrigues que testou todo o processo SADP dando me dicas fundamentais para a conclusão da dissertação;
- A minha amiga Cristiane Yaguinuma que me deu grande suporte durante o trabalho que envolveu ontologia difusa;
- Ao meu amigo Raphael Pereira de Oliveira que sempre me ajudou nas lembranças das datas de entrega de relatórios e outros documentos além de ter cedido um espaço em sua casa para pernoitar sempre que precisei ficar em São Carlos;
- A todos os amigos dos laboratórios Lince e GSDR que me ajudaram em todos os momentos difíceis e fizeram parceria nos momentos alegres.

Sumário

Resumo	9
Abstract.....	11
Capítulo 1	12
Introdução	12
1.1. Caracterização do Problema	12
1.2. Proposta	13
1.3. Organização	14
Capítulo 2	15
Conceitos e Técnicas do processo SADP	15
2.1. Adaptação da Arquitetura de <i>Sites</i>	15
2.2. Ontologia Difusa.....	18
2.3. Personalização de <i>Sites</i>	24
2.4. Conclusão	39
Capítulo 3	41
Apoio Computacional do processo SADP	41
3.1. <i>Frameworks</i>	41
3.2. Ferramentas	45
3.3. Conclusão	46
Capítulo 4	47
Trabalhos Relacionados	47
4.1. Conclusão	50
Capítulo 5	51
Processo SADP.....	51
5.1. Desenvolver Ontologia Difusa	52
5.2. Obter Informações de Acesso ao <i>Site</i>	57
5.3. Tratar Perfis	59
5.4. Personalizar Site	64
5.5. Conclusão	66
Capítulo 6	68
Estudo de Caso.....	68
6.1. Estudo de Caso 1 – <i>Site MalibuFestas</i>	68
6.1.1. Desenvolver Ontologia Difusa	68
6.1.2. Obter informações de acesso ao <i>site</i>	70
6.1.3. Tratar Perfis	71
6.1.4. Personalizar <i>Site</i>	73
6.1.5. Avaliação dos resultados do processo SADP	75
6.2. Estudo de Caso 2- <i>Site PLDLivros</i>	76
6.2.1. Desenvolver Ontologia Difusa	76
6.2.2. Obter informações de acesso ao <i>site</i>	78
6.2.3. Tratar Perfis	78
6.2.4. Personalizar <i>Site</i>	81
6.2.5. Avaliação dos resultados do Processo SADP	81
6.3. Conclusão	83
Capítulo 7	85
Conclusão	85
7.1. Contribuições.....	86
7.2. Trabalhos Futuros.....	87

Lista de Figuras

Figura 2.1. Representação de uma instância de classe difusa em RDF/XML [Yaguinuma et al. 2007b].	23
Figura 2.2. Módulo de inferência sobre ontologias difusas [Yaguinuma et al. 2007b].	24
Figura 3.1. Pacote Cliente [Santana et al. 2007c].	43
Figura 3.2. Pacote Server [Santana et al. 2007c].	44
Figura 5.1. Processo SADP – Parte 1.	52
Um exemplo da tabela de pré-requisitos pode ser encontrado na seção 2 do Apêndice A.	54
Figura 5.2. Modelo de ontologia difusa.	55
Figura 5.3. Especificação de ontologia difusa em OWL DL.	56
Figura 5.4. Processo SADP – Parte 2.	57
Figura 5.5. Informações de acesso do usuário no site.	59
Figura 5.6. Algoritmo para pontuação dos interesses do usuário nos produtos do site.	61
Figura 5.7. Algoritmo para adição de produtos no perfil de usuário.	62
Figura 5.8. Padrão AOM.	63
Figura 5.9. Exemplo do padrão AOM.	64
Figura 5.10. Conteúdo Adaptado [Santana et al. 2007a].	66
Figura 6.1. Relatório de vendas do site MalibuFestas.	68
Figura 6.2. Tabela de pré-requisitos do site MalibuFestas.	69
Figura 6.3. Modelo de ontologia difusa dos conteúdos do site Malibu Festas.	69
Figura 6.4. Especificação de ontologia difusa em OWL DL.	70
Figura 6.5. Comportamento navegacional dos usuários do site MalibuFestas.	71
Figura 6.6. Perfis de Usuário e Dispositivo no padrão AOM.	73
Figura 6.7. ListaRecomendacao.	74
Figura 6.8. Lista de recomendações do site MalibuFestas.	74
Figura 6.9. Relatório de vendas do site PLDLivros.	76
Figura 6.10. Tabela de pré-requisitos do site PLDLivros.	77
Figura 6.11. Modelo de ontologia difusa dos conteúdos do site PLDLivros.	77
Figura 6.12. Especificação de ontologia difusa em OWL DL.	78
Figura 6.13. Comportamento navegacional dos usuários do site PLDLivros.	79
Figura 6.14. Perfis de Usuário e Dispositivo no padrão AOM.	80
Figura 6.15. Lista de recomendações do site PLDLivros.	81

Tabelas e Listagens

Tabela 2.1. Dados para descoberta de regras de associação [Reategui et al. 2006]..... 23

Tabela 6.1. Relação entre produtos recomendados e suas efetivações de compras..... 75

Tabela 6.2. Relação entre produtos recomendados e suas efetivações de compras..... 82

Lista de Abreviações

AJAX	<i>Asynchronous Javascript And XML</i>
FOIAS	<i>Ferramenta Obtenção de Informações de Acesso ao Sites</i>
FPS	<i>Ferramenta de Personalização de Sites</i>
FTP	<i>Ferramenta Tratar Perfis</i>
HTTP	<i>HyperText Markup Language</i>
IHC	<i>Interface Humano-Computador</i>
MIOD	<i>Módulo de Inferências sobre Ontologias Difusas</i>
OWL-DL	<i>Ontology Web Language Description Language</i>
Pi	<i>Produto Inicial</i>
Pr	<i>Produtos Relacionados</i>
SADP	<i>Site Architecture Driven by Personalization</i>
SADT	<i>Structured Analysis and Design Technique</i>
SHA	<i>Sistemas de HiperMídia Adaptativa</i>
UBICK	<i>Ubiquitous Computing Framework</i>
UFSCar	<i>Universidade Federal de São Carlos</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
W3C	<i>Word Wide Web Consortium</i>
WML	<i>Wireless Markup Language</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Resumo

Sites na *Web*, de diferentes domínios, são acessados por usuários com as mais variadas finalidades. Diversas estratégias têm sido desenvolvidas e empregadas para melhorar e facilitar o acesso e a navegação de *sites*. Entre essas estratégias destacam-se as que visam obter vantagens competitivas em relação aos *sites* concorrentes, através de serviços de personalização de conteúdo. Hoje, com o avanço das redes de computadores e o surgimento da computação ubíqua, essa personalização deve considerar que os conteúdos dos *sites* podem ser acessados também através de dispositivos móveis. Motivados por essas idéias, foi desenvolvido um processo no qual a arquitetura do *site* é dirigida pela personalização, entregando conteúdo personalizado e adaptado aos usuários de *sites*. Esse processo, denominado SADP (*Site Architecture Driven by Personalization*), baseia-se não apenas no histórico de navegação e nas preferências detectadas ou manifestadas pelo usuário, mas também em informações de contexto, tipos dos dispositivos e de redes de acesso utilizado e no próprio conteúdo apresentado. O SADP utiliza perfis com informações das preferências dos seus usuários, redes e dispositivos de acessos ao *site*. Essas informações para construção dos perfis são obtidas através de métricas implícitas, e tratadas utilizando-se Ontologia Difusa. Um módulo de Inferência sobre Ontologia Difusa é utilizado para estender as preferências dos usuários. Um *framework* para adaptação de conteúdo é utilizado, para gerar a arquitetura do *site* com base nos perfis. O processo destaca-se por dirigir a arquitetura das páginas de conteúdos do *site* no sentido de proporcionar serviços personalizados para os seus usuários.

Palavras-Chave: Personalização, Sistemas de Recomendação, Ontologia Difusa, Adaptação de conteúdo, Perfis.

Citação: Juliano, Blanco Z. *SADP: Arquitetura de Sites Dirigida por Personalização*. São Carlos, 2009. Dissertação de Mestrado - Departamento de Computação, Universidade Federal de São Carlos.

Abstract

Web sites in different areas are accessed by users with the many purposes. Several strategies have been developed and employed to improve and facilitate website access and navigation. Among these strategies there are those used to grant competitive advantages over concurrent sites, based on services of content personalization. Today, with the growth of computer networks and the emergence of ubiquitous computing, this personalization must take into account that the content of the sites can also be accessed through mobile devices. Motivated by these ideas, in this project it was developed a process in which site architectures are driven by personalization and personalized content is delivered to site users. This process, called SADP (Site Personalization by Driven Architecture), is based not only on navigation history and preferences expressed or detected by the users, but also on context information, device and network types and the site content itself. The SADP uses profiles contain information about user preferences, networks and devices used to site access. The information used to build profiles are obtained through implicit metrics, and treated using a Fuzzy Ontology. A module of Fuzzy Inference over Ontology is used to extend the user preferences. A framework for content adaptation is used to generate a site architecture based on profiles. The differential of the SADP process is that it drives the architecture of site content pages aiming to provide personalized services to the users.

Keywords: Personalization, Systems Recommendation, Fuzzy Ontology, Content Adaptation, Profiles.

Capítulo 1

Introdução

Sites na *Web*, de diferentes domínios, são acessados por usuários com as mais variadas finalidades. Diversas funcionalidades são providas através da *Web* para atender, cada vez melhor, seus usuários. Novos *sites* têm sido projetados para facilitar as atividades nos diferentes setores do comércio, da saúde, da educação, entre outros.

Com o crescimento das redes de computadores e o surgimento da Computação Ubíqua, aumentaram ainda mais os acessos de usuários aos *sites* distribuídos pela vasta rede de *internet*, para explorar seus conteúdos. Diante desse crescimento, os *sites* vêm desempenhando um papel fundamental na vida das pessoas. Por exemplo, hoje, está se tornando mais comum o comércio através dos *sites*, que expõem seus conteúdos, procurando facilitar e atender seus clientes da melhor forma possível. Com o aumento da facilidade de acesso e de uso da *internet*, crescem também a quantidade e a diversificação de conteúdos disponíveis nos inúmeros *sites*.

1.1. Caracterização do Problema

Atualmente a computação é caracterizada por vários fatores, dentre os quais se destacam: a possibilidade de usuários acessarem, de forma remota, informações e recursos disponíveis nos *sites*; o computador pessoal e o aumento das redes, que facilitam às pessoas o acesso à *internet*, e a

Computação Ubíqua, que contribui para o acesso a *sites* “em qualquer lugar, a qualquer hora”. Dessa forma, fica caracterizada a necessidade de estudos contínuos para melhor atender os usuários no que consiste aos acessos e à navegação pelos *sites*. Diferentes estratégias têm sido adotadas para acompanhar a evolução contínua da computação, no sentido de melhorar o atendimento dos usuários aos *sites*. Dentre essas estratégias, dois serviços têm ganhado destaque: o serviço de personalização de *sites*, uma vez que reduz a carga cognitiva de informações assimiladas pelos usuários através da recomendação de conteúdos de acordo com suas preferências; e o serviço de adaptação de conteúdo, que visa a entregar conteúdos aos usuários em diferentes tipos de dispositivos e redes de computadores.

Processos de personalização proporcionam aos *sites* vantagens competitivas em relação a seus concorrentes, criando novas oportunidades de negócio através das recomendações dos seus conteúdos. Em um mercado onde a busca pela excelência em serviço é cada vez mais crescente, o fato de se obter informações importantes sobre seus clientes, como área de interesse e a forma como eles fazem negócios, pode ser um fator-chave para o sucesso do *site*.

1.2. Proposta

Considerando as idéias apresentadas, foi desenvolvido um processo, denominado SADP (*Site Architecture Driven by Personalization*), para direcionar a arquitetura de *sites* com base na personalização e na adaptação de conteúdos. O processo visa a melhor adequar os conteúdos de um *site* no sentido de melhorar o atendimento aos seus usuários. A idéia de dirigir a arquitetura do *site* conforme o conteúdo proporciona maior dinamismo para

atender os diferentes aspectos relacionados com os interesses específicos de cada usuário, de rede e de dispositivo de acesso e de outras características da Computação Ubíqua.

1.3. Organização

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

Capítulo 2 apresenta uma visão geral de conceitos e técnicas utilizados no processo SADP. Os assuntos abordados nesse capítulo são: adaptação da arquitetura de *sites*, ontologia difusa e personalização de *sites*.

Capítulo 3 apresenta os apoios computacionais utilizados para o processo SADP. Entre os apoios, estão os *frameworks* UBICK e Jena e as ferramentas utilizadas para automatizar grande parte do processo SADP.

Capítulo 4 apresenta os trabalhos relacionados.

Capítulo 5 apresenta a arquitetura do processo proposto. Esse processo foi dividido em quatro atividades, que devem ser seguidas pelo engenheiro de *software* para sua implementação nos *sites*.

Capítulo 6 versa sobre o estudo de caso realizado para avaliar a proposta deste trabalho. Este estudo de caso consiste na implementação do processo SADP em dois *sites* de comércio eletrônico, com distintas características de produtos.

Finalmente, Capítulo 7 apresenta as conclusões deste trabalho, apresentando os resultados alcançados, as contribuições, limitações e dificuldades encontradas, e as possibilidades de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Conceitos e Técnicas do processo SADP

Este capítulo apresenta os conceitos, idéias, técnicas e métodos mais relevantes para a proposta do processo SADP. Os estudos desses conceitos visam proporcionar o embasamento para a proposta que será desenvolvida.

2.1. Adaptação da Arquitetura de Sites

Atualmente existe uma série de tecnologias utilizadas para desenvolver *sites* e aplicativos *Web* para os mais variados tipos de dispositivos móveis ou não móveis. Esses dispositivos utilizam diferentes navegadores para o acesso e navegação dos *sites*. Essas diferenças ocorrem pelo fato dos dispositivos possuírem navegadores específicos para suas características próprias, como restrição de memória, tamanho de tela, capacidade de processamento entre outros.

Para se adequar às particularidades de dispositivos e navegadores existe atualmente uma gama de tecnologias que permitem a construção de diferentes arquiteturas de *sites*. Essas arquiteturas se diferem pela complexidade de informações multimídia que devem ser entregues aos dispositivos. Uma arquitetura de página desenvolvida para um PC convencional, que possui imagens, vídeos, animações e outros recursos, não pode ser entregue a determinados dispositivos. Para o desenvolvimento de

arquiteturas de *sítes* que atenda as características de cada dispositivo o custo se torna muito alto, inviabilizado em muitos casos o projeto.

A variedade de dispositivos disponíveis para realizar acesso a *internet* junto com a variedade de tecnologias disponíveis ao desenvolvimento de *sítes* contribui para o surgimento de conceitos e técnicas que facilitem o acesso e o desenvolvimento de *sítes*. Um desses conceitos emergentes através desse cenário é a Computação Ubíqua. O termo **Computação Ubíqua** foi cunhado por Mark Weiser [Weiser 1991] no final da década de 80. Segundo Mark Weiser, a Computação Ubíqua tem como objetivo fazer com que os computadores presentes em um certo ambiente auxiliem humanos nas suas tarefas sem que sejam notados. Além disso, visa tirar o foco das pessoas dos problemas de usabilidade, levando a computação para o segundo plano.

A Computação Ubíqua é também denominada por outros autores como *Pervasive Computing* [Hansmann et al. 2003], que visa permitir com que um usuário consiga fácil acesso e processamento das informações, utilizando qualquer dispositivo, de qualquer lugar e a qualquer momento.

A Computação Ubíqua tem-se a visão da conectividade sem fronteiras, através de diversas redes heterogêneas, tais como as redes de média, curta e longa distância e as redes sem fio. Essa conectividade permite que dispositivos e as aplicações, que executam neles movam juntamente com o usuário.

O princípio da descentralização na Computação Ubíqua representa o fato de certas funções e tarefas serem executados em pequenos dispositivos, que cooperam entre si, construindo a inteligência de ambiente. Essa inteligência de ambiente é formada através de uma rede dinâmica de relações entre os dispositivos e entre os servidores do ambiente e os dispositivos,

caracterizando um sistema distribuído. Os servidores de ambiente têm a função de tratar um grande número de dispositivos em movimento, por isso eles precisam manter registros de perfis de dispositivos com capacidades diferentes e perfis de usuários.

A diversidade na Computação Ubíqua corresponde à funcionalidade de propósito específico, que atende necessidades específicas de usuários particulares. A gerência das diferentes capacidades dos dispositivos considera as características e limitações próprias de cada dispositivo.

Com a Computação Ubíqua surgem novos requisitos a serem atendidos pelos *sites*, como os aspectos de contexto, mobilidade e restrições dos novos dispositivos que podem acessar os *sites*. Considerando esses aspectos, torna-se necessário adaptar os conteúdos destinados a computadores tradicionais para tais dispositivos móveis.

A **adaptação da arquitetura de Sites** ou **adaptação de conteúdo** visa modificar conteúdos direcionados a PC's, para serem apresentados em dispositivos móveis como celulares, PDAS e outros. Possuem diferenças e limitações de recursos que dificultam a criação de modelos de *sites* para atender esses dispositivos. Uma solução para esse problema é utilizar mecanismos que realizem adaptações de conteúdo de acordo com os recursos de cada dispositivo móvel [Santana et al. 2007a]. Segundo Buchholz e Schill [Buchholz e Schill 2003], as formas para adaptação de conteúdo podem ser realizadas:

a) no servidor de origem do *site*, obrigando o servidor a possuir diversas versões do mesmo conteúdo. Após reconhecer o dispositivo do usuário de

forma explícita ou implícita, o conteúdo é enviado de acordo com as limitações de recursos do dispositivo.

b) no dispositivo do usuário, realizando os processos de adaptação de conteúdo conforme os recursos disponíveis no dispositivo. O ponto negativo desse tipo de adaptação é a sobrecarga de processamento, resultando numa demora no tempo de resposta ao usuário.

c) em um servidor de adaptação dedicado, onde um mecanismo de adaptação, rodando em um servidor dedicado, intercepta as requisições de um dispositivo, realizando a adaptação. Esse método de adaptação alivia o servidor de origem e o dispositivo, porém acrescenta um *overhead*, principalmente na comunicação entre eles. Caso a adaptação de conteúdo ocorra em um servidor dedicado, este pode ser acessado a partir de dispositivos de borda (*proxy*). Esses servidores podem oferecer uma série de serviços adaptadores com valor agregado, além da conectividade com a *Web*.

De acordo com Beck e Hofmann [Beck e Hofmann 2000], dentre esses serviços destacam-se: escaneamento de vírus, classificação e filtragem de conteúdo, tradução de linguagens de marcação, transcodificação de imagens e inserção de publicidade [Santana et al. 2007a]. Devido a essas características, essa forma de adaptação será adotada no processo SADP.

2.2. Ontologia Difusa

No processo SADP será utilizada ontologias difusas para gerar os perfis de forma mais adequada. Portanto é necessário primeiramente assimilar os conceitos básicos de ontologia e apresentar a forma de representação que será utilizado.

O uso de ontologias visa obter componentes mais genéricos e padronizados [Santana et al. 2007b], ampliando o conhecimento do domínio de um problema, e contribuindo para melhorar a definição de perfis usados na personalização e adaptação de conteúdos.

Para conhecer o problema da Personalização de Conteúdo e propor soluções mais genéricas e consistentes, diferentes idéias e técnicas têm sido pesquisadas e utilizadas. Dentre essas destacam as que utilizam Ontologias. Segundo Gruber [Gruber 1993], “uma ontologia é uma especificação formal e explícita de conceitos compartilhados”. No processo de personalização proposto, ontologias são empregadas, para obter, com abrangência e confiabilidade, os perfis que norteiam as personalizações dos conteúdos para os usuários.

Usando ontologias, inferem-se conhecimentos sobre um domínio, descritos através de regras especificadas em *Semantic Web Rule Language* (SWRL) [Horrocks et al. 2003], que são reutilizadas pelas diferentes aplicações desse domínio. Essas regras são formuladas genericamente para representar um conjunto de problemas, conhecimentos ou atividades similares. O reuso dessas regras pode-se estender para aplicações em outros domínios, desenvolvidas por equipes distintas e em diferentes momentos.

A utilização de Ontologias traz vantagens como melhoria da comunicação entre as pessoas envolvidas, uma vez que facilita a obtenção de um consenso sobre o vocabulário e os significados dos termos num domínio e formalização do conhecimento. A ontologia permite também que humanos e máquinas possam interpretar o conhecimento do domínio sem ambigüidade, e isso ocorre devido ao fato de ontologias serem em geral fundamentadas em

teorias formais. A especificação do domínio em ontologias elimina contradições e inconsistências, resultando em especificações não ambíguas e, principalmente, a representação do conhecimento para reúso [Santana et al. 2007b].

Ontologias são constituídas por conceitos, atributos, relacionamentos, axiomas formais e instâncias, para modelar adequadamente uma conceitualização. Ontologias utilizam uma taxonomia de classes e subclasses, organizados por conceitos e classes, os quais representam entidades que fazem parte de um domínio. Atributos descrevem características dos conceitos, e os relacionamentos expressam como os conceitos estão interligados [Yaguinuma 2007a].

Axiomas têm como principal objetivo expressar os significados que sejam possíveis de ser interpretados por máquinas, por meio de mecanismos de raciocínio automático [Uschold e Gruninger 2004]. Por fim, o conjunto de objetos e indivíduos do mundo real que estão de acordo com a conceitualização modelada pela ontologia é representado através de instâncias [Yaguinuma 2007a].

Para representação formal do conhecimento, a *Web Ontology Language* (OWL) [Smith et al. 2003] será utilizada para definição de ontologia no processo SAPD, por ser expressiva o suficiente para capturar a conceitualização de um domínio do problema. A OWL tem como base a lógica de descrição [NARDI e BRACHMAN 2003], que é uma das famílias mais importantes de representação formal do conhecimento. Cada lógica de descrição permitem obter expressões complexas de conceitos com um conjunto de construções a partir de definições mais simples.

A OWL é a recomendação oficial do consórcio *World Wide Web Consortium* (W3C) para a criação de ontologias na *Web Semântica* [Berners-Lee et al. 2001]. A OWL divide-se em três sub-linguagens, OWL Lite, OWL-DL e a OWL Full, que diferem entre si quanto à complexidade e expressividade. Para esse trabalho será utilizado a OWL-DL. A OWL-DL provê maior expressividade que OWL Lite, aliada à garantia de que as inferências sejam computáveis. A OWL-DL corresponde à lógica de descrição SHOIN [Fikes 2004].

Ontologias tradicionais são capazes de representar conceitos, propriedades, relacionamentos, instâncias e axiomas de um domínio de aplicação. Entretanto, estas ontologias seguem a teoria clássica booleana, de conjuntos, capturando somente informações precisas ou completas [Yaguinuma 2007a]. Para que se possa representar formalmente a conceitualização de um domínio de maneira mais adequada é necessária que a definição dos conceitos e relacionamentos entre instâncias, dos domínios utilizados, seja feito de forma vaga ou não precisa. E fazer essa definição utilizando ontologias tradicionais torna a representação do domínio não adequada.

Na personalização de *sites*, ocorrem relacionamentos entre os seus usuários e conteúdos, cuja precisão não é exata, exigindo o uso de técnicas que possibilitem representar o grau em que um usuário se relaciona com um conteúdo, ou entre eles (grau de pertinência), para uma adequada recomendação desses conteúdos [Yaguinuma 2007a]. Por exemplo, considerando os conteúdos como produtos oferecidos por um *site*, se o grau de pertinência entre dois produtos X e Y for maior que um valor estipulado, então

os consumidores de um determinado produto X podem também receber sugestões para o consumo de um determinado produto Y. Outro exemplo de deficiência de ontologias tradicionais é a representação de conceitos como “cremoso”, “escuro”, “quente”, “alto” ou “espesso”, para os quais é difícil uma definição clara e precisa [Straccia 2006].

Portanto, ontologias tradicionais têm sido estendidas para incorporar conceitos da lógica difusa, baseada na teoria dos conjuntos difusos (Fuzzy Sets) [Zadeh 1987]. Conjunto difuso é definido pelas funções de pertinência. Em geral, a função de pertinência associa elementos de um conjunto clássico X a números reais do intervalo $[0,1]$, que expressam a compatibilidade desses elementos com o conceito representado pelo conjunto difuso [Yaguinuma 2007a]. Dado um conjunto difuso A, uma das notações mais comuns de funções de pertinência é: $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$. Assim, o valor de $\mu_A(x)$ representa o grau de pertinência μ do elemento x no conjunto difuso A. Quanto mais próximo o valor de $\mu_A(x)$ for de 1, maior o grau de pertinência de x no conjunto A.

Tais conceitos resultam em **ontologias difusas** que possibilitam representar e inferir conhecimento sobre informações não precisas.

Para realizar consultas na ontologia difusa um Módulo de Inferência sobre Ontologia Difusa (aqui denominado MIOD) será utilizado. O MIOD visa localizar o grau de pertinência dos conceitos e relacionamentos de uma ontologia difusa. Para isso a ontologia deve ser escrita de acordo com a meta-ontologia OWL-DL para representações de informações imprecisas [Yaguinuma et al. 2007b], tendo como base a linguagem OWL-DL [Smith et al. 2003]. A OWL-DL é utilizada para representar classes e relacionamentos difusos. A meta-ontologia difusa OWL-DL não modifica a sintaxe da linguagem

de representação de ontologias, dessa forma ela continua compatível com as máquinas de inferências existentes. Segundo Yaguinuma, a meta-ontologia OWL-DL necessita da adição de mecanismos de raciocínio correspondentes às definições da lógica difusa, para poder representar informações não precisas de um determinado domínio.

Um exemplo desses relacionamentos difusos é ilustrado na Figura 2.1, representado em RDF/XML, os elementos da meta-ontologia OWL-DL são identificados pelo prefixo fuz. No exemplo a instância tomate possui $\mu_{Fruta}(\text{tomate}) = 0.7$, onde μ é o grau de relacionamento entre a classe fruta e a instância tomate, representando, desta forma, que tomate pertence à classe Fruta com um determinado grau de pertinência.

```
<Fruta rdf:ID="tomate">
  <rdfs:label>tomate</rdfs:label>
  <fuz:fuzzyMembership>
    <fuz:FuzzyConceptMembership>
      <fuz:fuzzyConcept rdf:resource="#Fruta"/>
      <fuz:membershipDegree rdf:datatype="xsd:float">0.7
    </fuz:membershipDegree>
    <fuz:FuzzyConceptMembership>
  </fuz:fuzzyMembership>
</Fruta>
```

Figura 2.1. Representação de uma instância de classe difusa em RDF/XML

[Yaguinuma et al. 2007b].

As máquinas de inferências existentes consideram somente conceitos e relacionamentos baseados em ontologias tradicionais. Assim, para ser possível a leitura dos relacionamentos difusos da ontologia, representada através da meta-ontologia difusa OWL-DL, pode ser utilizado o módulo de inferência sobre ontologia difusa (MIOD) [Yaguinuma et al. 2007b]. Esse módulo se baseia no *framework* Jena [Carroll et al. 2004] e realiza leituras de ontologias que possuem as instâncias da classe difusa em RDF/XML. O *framework* Jena

possui um *reasoner* integrado, utilizado para realizar inferências sobre ontologias.

De acordo com a Figura 2.2, “o MIOD é acessado pelo processo SADP através da API do *framework* Jena. Através da interface dessa API é possível realizar as inferências sobre a ontologia difusa com base no *reasoner* Jena. A ontologia difusa é modelada a partir da meta-ontologia OWL-DL”.

As definições da teoria de conjuntos difusos [Dubois e Prade 1980] foram utilizadas como base para a construção do MIOD, onde $\mu_A(x)$ representa o grau de pertinência da instância x para a classe A , e $\mu_R(x,y)$, o grau do relacionamento R entre as instâncias x e y .



Figura 2.2. Módulo de inferência sobre ontologias difusas [Yaguinuma et al. 2007b].

A meta-ontologia difusa OWL-DL é empregado visando a utilização da ontologia difusa. Através da herança e/ou instanciação dos elementos da meta-ontologia difusa OWL-DL em ontologias específicas de domínio, é possível modelar classes e relacionamentos difusos.

2.3. Personalização de Sites

A personalização de *sites* na *Web* tem sido amplamente utilizada em diversos domínios, principalmente os que abrangem áreas como comércio eletrônico e *sites* informativos [De-Bra et al. 2000]. Impulsionada por interesses comerciais empresas que possuem tais domínios mostram forte interesse em serviços de personalização, devido às vantagens obtidas. Entre as vantagens estão à

percepção de valor pelo usuário, devido à diferenciação de serviço ocasionado por tratamentos diferenciados e recomendações. Outra vantagem dos serviços de personalização está na possibilidade de o usuário conseguir encontrar informações mais relevantes em menos tempo, além de diminuir a sobrecarga cognitiva de informações enviadas ao usuário. Os *sites* personalizados também podem inferir relacionamentos entre conteúdos (ou assuntos) e sugerir novas apresentações de conteúdos aos usuários. Esses relacionamentos devem ser feito de maneira vaga e não precisa, para que se possa medir sua intensidade e criar prioridades nas recomendações.

De modo geral, a personalização de sistemas ocorre em três etapas:

A. Os dados de acesso e a navegação do usuário no *site* são obtidos.

B. As informações coletadas são utilizadas para geração de perfis de usuário, dispositivo, rede e conteúdo.

C. A apresentação dos conteúdos do sistema ao usuário pode ser modificada, exibindo conteúdos de acordo com a sua preferência ou sugerindo qual o próximo caminho ou quais opções de caminhos tem o usuário. Esta última alteração consiste em adicionar, modificar, remover, esconder, reorganizar, ou comentar *links* e conteúdos. Caso o usuário realize o acesso através de dispositivos móveis, o conteúdo deve ser adaptado. Para isso é necessário utilizar os perfis de dispositivo, rede e conteúdo para adaptar o site e entregá-lo ao dispositivo móvel.

Os *sites* personalizados buscam conquistar a fidelidade, a satisfação, o reconhecimento e finalmente, o lucro, seja em *sites* comerciais (*e-commerce*), informativos ou educacionais, entre outras finalidades. Para isso tratamentos personalizados, como modificações nos links e recomendação de conteúdo de

acordo com a preferência do usuário [Belvin e Croft 1992] vem sendo estudados e aplicados em tais *sites*.

Tratamentos personalizados, que eram possíveis apenas em pequenos estabelecimentos podem voltar a ocorrer em *sites* de grandes empresas na *Web*. Esses tratamentos consistem no fato de o atendente possuir informações de preferência do usuário em mente. Dessa forma, o atendente pode fazer recomendações de produtos e serviços de acordo com a preferência do usuário, ou também lembrá-lo de adquirir certos itens que provavelmente já acabaram devido ao histórico de compra do usuário entre outras ações de personalização.

Sistemas de personalização implementados em *sites* permitem que tais tratamentos possam ser possíveis também nos *sites* de grandes organizações. Esses sistemas criam e atualizam os perfis dos usuários de forma automática e dinâmica. Os perfis que contêm informações de preferência do usuário são utilizados no intuito de oferecer serviços personalizados, como: agilizar o processo de compra, fazer recomendações de conteúdo de acordo com o perfil do usuário, gerenciar a pós-venda, enviar informações sobre assuntos de preferência do usuário, obter informações a respeito do hábito de consumo de usuários de uma região, obter informações a respeito da relação de compra entre produtos, entre outros.

Os tratamentos citados serão descritos com mais detalhes.

O tratamento que tem como benefício **agilizar o processo de compra** consiste em consultar o histórico de compras do usuário. Através da análise dos itens que se repetem em mais de três compras consecutivas, pode-se

organizar uma lista de produtos, como forma de lembrete, que será apresentado ao usuário no acesso ao *site* da loja.

Fazer recomendações de conteúdos de acordo com o perfil do usuário se baseia na análise dos conteúdos mais visitados, trabalhando com um sistema de pontuação. Através de uma taxonomia de classes e subclasses, onde estão representados os conceitos de um domínio, é possível verificar o grau de similaridade entre os conteúdos. Dessa forma, a recomendação de conteúdo é realizada através da seleção de conteúdos que possuam grau de similaridade alto em relação aos conteúdos mais acessado pelo usuário. O sistema de pontuação é feito de forma transparente ao usuário, e é calculado de acordo com o comportamento navegacional do usuário, o tempo de permanência do usuário em uma página e a complexidade do conteúdo visitado.

A **gerência da pós-venda** se refere na análise do histórico das compras de um usuário. Funciona basicamente no fato de alguns produtos ou serviços precisarem de manutenção, troca de peças ou compra de acessórios após um certo tempo de uso. Portanto o acompanhamento desse tempo é essencial para a fidelização e execução de outros negócios. As práticas mais utilizadas são envio de *e-mails*, mas também é possível gerar recomendações no momento do acesso a um *site*, com informações relacionadas à compra de um determinado produto.

Obter **informações a respeito do hábito de consumo de usuários de uma região** é fundamental para estruturar o conteúdo inicial de usuários que não possuem perfis definidos. O sistema de recomendação identifica a localização geográfica do usuário, através da análise do protocolo IP. Dessa

forma podem-se recomendar conteúdos personalizados de acordo com a região geográfica que o usuário se insere, além de atualizar continuamente os modelos de hábitos de consumo das regiões.

Para **obter informações a respeito da relação de compra entre produtos**, pode ser utilizada a regra de associação, que considera a situação de compras entre usuários e os produtos de um determinado *site*. Onde cada registro mostra a efetivação ou não da compra de um determinado produto pelos usuários do *site*. A regra consiste no relacionamento entre dois produtos, ao qual definem conjuntos de itens com intersecção vazia, associado a um fator de pertinência (FPertinencia) e um fator de suporte (FSup) [Reategui et al. 2006].

O fator de suporte (FSup) é representado dessa forma $FSup = X \cap Y / N$, onde N é o número total de registros que divide o número de vezes em que X e Y foram comprados juntos. O Fator de Pertinência (FPertinencia) constitui-se na razão do número de vezes em que X e Y foram comprados juntos sobre o número de vezes que em que X foi comprado, definido dessa forma $FPertinencia = X \cap Y / X$.

A tabela 2.1 demonstra um conjunto de dados que após passar por um processo de descoberta usando regras de associação apresenta os seguintes resultados:

- Os produtos 4 e 5 possuem um FPertinencia = 0,8 e o FSup = 0,4. Para calcular o FPertinencia, verificou-se que os produtos 4 e 5 são comprados 4 vezes juntos e o produto 4 foi comprado 5 vezes, logo o grau de pertinência entre o produto 4 e o produto 5 é de 0,8.

Tabela 2.1: Dados para descoberta de regras de associação

[Reategui et al. 2006].

IdUsuario	Produto1	Produto2	Produto3	Produto4	Produto5	Produto6	Produto7
1	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
2	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
3	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
4	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
5	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
6	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não
7	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
8	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
9	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
10	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não

Neste exemplo, a primeira coluna da tabela representa o identificador de um usuário para cada transação e as demais indicam se um produto foi ou não adquirido na transação. O objetivo dessas regras de associação é fazer a descoberta da força das associações de venda entre os produtos, selecionando associações com o FPertinencia maior ou igual a um FPertinencia especificada pelo administrador do *site*. As regras descobertas apresentadas poderiam servir como indicativo de itens que devam ser oferecidos de forma casada¹, uma vez que são acessados ou adquiridos juntamente. Outras ações que podem ser realizadas segundo essas descobertas são os ajustes das disposições de itens no *site* ou realizar recomendações. Este exemplo de aplicação foi extraído de [Reategui et al. 2006]. Essas regras de associação podem, por exemplo, fazer a descoberta da associação da venda entre cervejas² e fraudas, permitindo ações de recomendação baseando se no relacionamento entre esses produtos.

Duas nomenclaturas de personalização de sistemas foram estudadas para compor o processo SADP, entre eles estão os Sistemas de Hipermídia

¹ Termo utilizado para expressar que os itens devem ser oferecidos juntos no site seja pela disposição aproximada ou por uma área de recomendação.

² Extraído de <http://www.sebrae-sc.com.br/newart/default.asp?materia=3007>

Adaptativa (SHA) [Brusilovsky 2001] e os Sistemas de Recomendação [Resnick e Varian 1997]. Esses sistemas adaptativos possuem mecanismos transparentes ao usuário, que realiza adaptação de links, personalização de conteúdo entre outras.

A **Hipermídia Adaptativa** tem como grande objetivo guiar o usuário em um *site* considerando suas preferências e características principais. A navegação adaptativa é uma das linhas de pesquisa da SHA e consiste em auxiliar o usuário a encontrar o melhor caminho para um conteúdo de seu interesse. Essa técnica modifica a maneira como os links estão organizados da seguinte forma [Brusilovsky 2001]:

Orientação Direta consiste em destacar visualmente o link de preferência.

Ordenação Adaptativa de *links* organiza os links mais relevantes.

Ocultação Adaptativa de *links* esconde os links menos relevantes.

Anotação Adaptativa de *links* apresenta anotações adicionais aos links, que relacionam o conteúdo das próximas páginas ao atual.

Geração Adaptativa de *links* consiste em gerar pontes para conteúdos de interesse através de *links*.

Adaptação de Mapa do Site priorizando os interesses dos usuários.

Uma das principais técnicas utilizadas em sistemas adaptativos é a filtragem colaborativa, onde a interação humana é essencial no fornecimento de informações, gerando, mesmo indiretamente, a criação de grupos de interesses [Reategui et al. 2006]. Os grupos de interesse associam os produtos mais comprados ou visitados por seus integrantes e recomenda itens a outros membros no mesmo grupo.

Os **Sistemas de Recomendação** apresentam informações de interesse do usuário, modificando toda ou parte de uma página. Caso o usuário não se interesse pela recomendação sugerida, o mesmo não é obrigado a utilizá-la, de modo que o sistema não oculta as opções normais de navegação. O desprezo ou o uso de uma recomendação é percebido, permitindo o sistema a atualizar as informações de preferência do usuário. A utilização de sistemas de recomendação pode ser aperfeiçoada através de estudos em diversas áreas como a *Interface Humano-Computador* (IHC), devido à composição da interface distinta diferente a cada usuário, e como a Inteligência Artificial – que auxilia na descoberta de informações e relacionamento entre elas, transformando-as em conhecimento.

As técnicas apresentadas a respeito da personalização na *Web* devem ser trabalhadas em cima das preferências e características pessoais dos usuários. Portanto a definição de perfis de usuário é fundamental para oferecer de forma adequada os serviços de personalização. Os perfis são gerados através do monitoramento do *site*, onde são coletadas as informações de acesso e navegação do usuário.

A coleta de informações pode ocorrer no lado do cliente e no lado do servidor. No lado do cliente pode ser realizada com o uso de *Cookies*, e de agentes que capturem a navegação dos usuários em um *Web site*. Já a coleta no lado servidor pode ser realizada através de mecanismos como *Clickstream*. Estas técnicas serão apresentadas a seguir.

O principal objetivo de um *cookie* é a manutenção da sessão do usuário, definido no documento RFC 2965³. Um *Cookie* é um arquivo que contém um conjunto de informações trocadas entre o servidor de páginas *Web* e o

³ Disponível em <http://www.ietf.org/rfc/rfc2965.txt>

navegador do usuário. O uso do *cookie* permite armazenar algumas informações na máquina do usuário, como um número ou sigla para identificar determinado usuário, entre outras informações, dessa forma é possível monitorar o histórico de navegação de um usuário.

Um dos pontos negativos de se usar *cookies* é o fato de o *browser* do cliente estar configurado a não permitir *cookies* ou o cliente constantemente excluir os *cookies*.

O *Clickstream* é uma técnica que visa analisar a seqüência de cliques do usuário, de modo que seja possível com essas informações verificar a rotina percorrida pelo usuário até uma informação desejada, ou ainda verificar o histórico de navegação do usuário. As informações do *clickstream* podem ser coletadas através de várias formas, entre elas estão: arquivos de log do servidor, do Provedor de Serviço de *Internet* (ISP) e através do campo *UserAgent* do cabeçalho HTTP. Após a coleta, informações são organizadas e persistidas numa base de dados. Essas informações servirão para a valoração dos conteúdos visitados e/ou comprados do usuário, servindo para a confecção dos perfis de usuários.

Os princípios fundamentais de uma interface inteligente de um *site* estão no aumento de sua flexibilidade, na melhoria de sua usabilidade e na ampliação do poder de interação [Maybury 2001]. Colocar em prática tais princípios exige o tratamento de alguns problemas: a exposição do usuário a uma quantidade exacerbada de informação, o fornecimento de ajuda na resolução de programas complexos, a execução de algumas tarefas que antes deveriam ser executadas pelo usuário, e a criação de sistemas personalizados [Ehlert 2003]. Em sistemas personalizados deve-se considerar as diferenças

entre usuários, para possibilitar que os conteúdos sejam personalizados de acordo com as informações coletadas através das suas interações de acesso e navegação no *site* [Reategui et al. 2006]. Essas diferenças são representadas através de perfis dos usuários, dispositivos, redes de acesso, e contexto da localização física do usuário, conforme ocorre no ambiente da Computação Ubíqua.

De acordo com Reategui [Reategui et al. 2006], uma das maiores dificuldades para se trabalhar com personalização de *sites* está na correta definição do perfil dos seus usuários. Como em personalização, o foco não é recuperação de informações, e sim recomendação de conteúdo, baseada nas preferências apresentadas de forma explícita ou implícita pelo usuário, faz-se necessário a definição do seu perfil. Segundo Montaner [Montaner et al. 2003], a geração e manutenção desse perfil requerem cinco técnicas de projeto, que são: representação do perfil, geração do perfil inicial, aprendizado de perfil, feedback da relevância do item e adaptação do perfil. Essa subseção foi extraída de [Reategui et al. 2006].

A **Representação adequada do perfil do usuário** é uma das tarefas fundamentais para obter sucesso na personalização. Das várias abordagens que têm sido aplicadas para auxiliar na execução dessa tarefa, três foram selecionadas para esse trabalho como principais: são:

- O **Histórico**, que consiste em preservar uma lista de vendas no domínio de comércio eletrônico realizadas e o histórico de navegação no *site* procurando melhor definir o perfil do usuário. Junto a estas informações é comum e necessário preservar a relevância de um item para o usuário (fornecido por *feedback*).

- O **Vector Space Model**, que possibilita representar os itens disponíveis no *site* com valores associados. Este valor pode indicar a presença ou não de uma dada característica em um item e a sua intensidade (frequência). Esses valores podem ser um booleano e um real respectivamente. A idéia essencial é classificar os itens de um *site* através de vetores e dessa forma conseguir fazer a descoberta de itens similares para gerar recomendações aos usuários. Essa classificação é feita através de alguns atributos como: complexidade do item, categoria, classificação do público alvo do item⁴ e valor, entre outros.
- O **Tempo de Permanência**, que visa obter o tempo que o usuário permaneceu em determinada página, trabalhando com um esquema de pontuação. Dessa forma, pode se medir o grau de interesse do usuário por determinado assunto.

A **Geração do perfil inicial** ocorre porque usualmente os usuários não estão dispostos a despende muito tempo para definir seus interesses para criar um perfil. Na geração do perfil, inicialmente vazio, procedimentos automáticos são utilizados para obtenção das informações do usuário. A estrutura de perfil começa a ser preenchida de forma automática, quando o usuário começa a interagir com o sistema. Informações sobre o acesso e a navegação do usuário são persistidas e usadas para inferir o perfil do usuário.

A **Técnica de aprendizado de perfil** é uma técnica que apresenta uma fase de aprendizado *off-line*, durante a qual o sistema de recomendação aprende e cria um modelo de comportamento do usuário, com base nas informações de acesso e navegação do usuário no *site*. Esse aprendizado se

⁴ A classificação do público alvo do item é feita da seguinte forma: item classificado como alta sofisticação e estatus, alta qualidade, melhor custo benefício e baixo custo.

da *off-line* ou em horários de baixo nível de processamento, pois o mesmo seria inviável se fosse processado em tempo real. Essa fase de aprendizado *off-Line* utiliza técnicas para o aprendizado de perfis, como atualização das preferências dos usuários através de novas informações de acesso e navegação, extensão das preferências do usuário a partir de novas informações de relações de compra entre produtos, a criação de grupos de usuários similares a partir de suas informações entre outras. Tradicionalmente sistemas de filtragem colaborativa são freqüentemente baseados no casamento do perfil do usuário com agrupamento de perfis similares.

A **Relevância do Perfil** baseia-se no *feedback* do usuário em relação às suas preferências inicialmente esboçadas. Essas preferências podem sofrer alterações durante o tempo em que o usuário interage com o sistema de recomendação. Para que a personalização tenha êxito é essencial perceber a mudança de interesse do usuário para que não ocorra a recomendação de itens que não “casam” com os seus interesses atuais.

Após o início das recomendações, a técnica de feedback da relevância do item é aplicada, visando um melhor aprendizado sobre os gostos, interesses e preferências gerais do usuário. O *feedback* pode ser fornecido pelo usuário, de forma explícita ou implícita, colaborando para melhorar a acurácia do sistema. No processo SADP prioriza-se o *feedback* de forma implícita, evitando que o usuário despenda tempo. Essa prioridade colabora com objetivo primordial da personalização, melhorando o relacionamento com o usuário.

Quanto ao aproveitamento e exploração dos perfis Montaner [Montaner et al. 2003] explica que três critérios são essenciais para caracterizar os sistemas de recomendação: o método de filtragem de informação

(demográfica, baseada em conteúdo, colaborativa ou híbrida), o casamento do item-perfil (quando baseado em conteúdo) e técnicas de casamento de perfil de usuários que apresentam similaridades de gostos (quando colaborativo).

O processo que trata da relevância do perfil trabalha exclusivamente na pontuação de itens recomendados que apresentassem maiores aceitações pelo usuário e dos que não apresentaram grande interesse. Essa pontuação pode ser medida através da análise do comportamento navegacional⁵ do usuário, junto com as informações dos itens visitados. Essa forma de pontuar possibilita atualizar coerentemente o perfil do usuário. As duas maneiras para obter o *feedback* do usuário, positivo ou negativo, baseiam-se na observação implícita de suas interações com o *site*, ou no uso de suas informações explícitas. Como no processo SADP será utilizada a forma implícita de se obter o *feedback* do usuário, pôde-se criar um mecanismo automático para analisar as mudanças de preferências do usuário através do monitoramento contínuo de suas ações.

A maioria dos métodos implícitos que são aplicados nos sistemas de recomendação obtém o *feedback* do usuário, pela análise dos seus históricos de compras e de navegação, e pelo tempo que despendeu observando uma determinada página.

O perfil de usuário para esse trabalho será elaborado utilizando como principais informações: a data e hora de acesso, IP do usuário, páginas acessadas, tempo de permanência nas páginas, e cliques realizados nas páginas (*clickstream*).

⁵ O comportamento navegacional de um usuário é representado através de informações como: quantidade de vezes que um usuário retorna a uma mesma página, efetivação de compras, tempo de permanência, entre outros

Além do perfil do usuário, os perfis de Contexto, Dispositivo, Rede, Conteúdo e Contrato de personalização também são tratados nesse trabalho.

O **perfil de Contexto** retrata o ambiente físico em que se encontra o usuário. Dada uma determinada identificação geográfica do usuário, pode-se levantar informações sobre a temperatura atual, principais estabelecimentos, telefones úteis, hábitos de consumo, e outros. Por exemplo, no domínio de comércio eletrônico, a personalização com base nas informações do contexto, pode ser utilizada para enquadrar o usuário em categorias com hábito de consumo específico, e assim gerar recomendações mais adequadas.

Outras abordagens definem contexto como o ambiente ou situação em que uma determinada interação ocorre. Desse modo, Dey [Dey 2001] definem ciência de contexto como: “Contexto diz respeito a relações, principalmente relações entre um dispositivo interativo e os elementos que o cercam. Contexto é qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade, sendo que uma entidade pode ser: uma pessoa, lugar, ou objeto que é considerada relevante para a interação entre o usuário e a aplicação, incluindo o usuário e a aplicação. Ciência de contexto é o uso do contexto para oferecer informações ou serviços relevantes para uma determinada tarefa, onde relevância depende da tarefa do usuário”.

O perfil de contexto no processo SADP é elaborado com base nas informações sobre a localização de acesso do usuário ao *site* (país, estado, cidade, bairro, e outras).

O **perfil de Dispositivo** contém as características e os recursos disponíveis no hardware e *software* do dispositivo. Esse perfil orienta o processo de adaptação a efetuar as adaptações apropriadas para determinado

dispositivo (por exemplo, a remoção de som de um conteúdo para um dispositivo que não suporte som). O campo UserAgent do cabeçalho HTTP é utilizado para identificar o dispositivo do usuário [Forte et al. 2006].

Na Computação Ubíqua (termo apresentado na seção 2.3), os seguintes dados são fundamentais para construir os perfis de dispositivos: formatos de imagens suportados, informações sobre a tela, incluindo resolução e cores, apoio de streaming para áudio e vídeo, linguagens suportadas pelo navegador do dispositivo, incluindo as propriedades de cada um, informações sobre o modelo e fabricante do dispositivo.

O **perfil de Rede** é obtido dinamicamente através de agentes que monitoram parâmetros de comunicação de rede entre provedores e usuários. As informações contidas nesse perfil guiam alguns processos de adaptações, possibilitando que o conteúdo adaptado seja otimizado de acordo com as condições atuais da rede [Forte et al. 2006]. O perfil de Rede utiliza informações de latência e protocolo da rede.

O **perfil de Conteúdo** também é obtido dinamicamente e é baseado em características da própria requisição de conteúdo. As alterações necessárias e aplicáveis para o conteúdo são determinadas através de informações extraídas do cabeçalho *http* (por exemplo, o conteúdo contém linguagem de texto e/ou imagens) e o conjunto de conteúdos metadados, se disponível [Forte et al. 2006].

O perfil de Conteúdo baseia-se em características da própria requisição de conteúdo, expressa na URL (*Uniform Resource Locator*).

O **perfil de Contrato** de Personalização é utilizado para configurar quais sessões do *site* devem ser personalizado. O contrato de personalização é definido pelo administrador do *site*, que será personalizado.

Os conceitos para definição dos perfis apresentam a forma como os perfis podem ser gerados e atualizados e utilizam como base as informações monitoradas e coletadas do acesso e navegação de um usuário no *site*. No processo SADP será utilizada a forma implícita de coleta de informações, que além do tempo economizado pelo usuário, possui a vantagem do acompanhamento da navegação do usuário e a definição do perfil através de fatos. Dessa forma é possível a geração dos perfis de maneira mais adequada.

2.4. Conclusão

Este capítulo apresentou os conceitos e tecnologias envolvidas na abordagem proposta. Dentre os vários trabalhos propostos para enfrentar os desafios da personalização de *sites*, poucos utilizam tecnologias que permitem representar relacionamentos com grau de incerteza, como o caso da lógica difusa, adaptação de conteúdo, obtenção implícita de informações e técnicas de construção e aprendizagem de perfil.

Ontologias, Ontologias Difusas e Serviços *Web* Semânticos foram discutidos brevemente a fim de auxiliar no entendimento da abordagem proposta nesse trabalho. Ontologias facilitam a representação de um domínio e pode ser utilizada para inferir sobre objetos e relações nesse domínio. Ontologia difusa permite representar os relacionamentos de um domínio de modo não preciso. Serviços *Web* Semânticos adicionam uma descrição semânticas aos Serviços *Web* Tradicionais, a fim de automatizar a descoberta, a execução e a composição de componentes distribuídos.

Os conceitos de personalização utilizados nesse trabalho serviram como base para construção da arquitetura de todo o processo SADP. A forma de obtenção de informações do usuário é implícita. Finalmente, foram apresentados os conceitos relacionados aos perfis, responsáveis por diferenciar os usuários que acessam o *site* e permitir a personalização e adaptação de conteúdo.

Capítulo 3

Apoio Computacional do processo SADP

Este capítulo apresenta os apoios computacionais utilizados no processo SADP. Dois *frameworks* e três ferramentas automatizam grande parte do processo SADP.

3.1. Frameworks

Para realizar a adaptação de conteúdo, existe um *framework* denominado UBICK [Santana et al. 2007c], que será utilizado nesse trabalho. O UBICK intercepta as requisições do usuário e adapta os conteúdos com base nos perfis. Para realizar esses serviços, o UBICK, combina Serviços *Web* Semânticos [Hepp 2006] e Agentes de *Software* [Jorg 1999], numa arquitetura flexível que facilita futuras extensões.

Serviços *Web* Semânticos são criados a partir de tecnologias da *Web* semântica [Berners-Lee et al. 2001], ao qual estende a capacidade dos serviços *Web* tradicionais. Esse último disponibiliza o acesso de suas funcionalidades através de mensagens baseadas em *eXtensible Markup Language* (XML) [Yao e Etzkorn 2004], permitindo que outros componentes possam interagir com esse serviço. As descrições semânticas dos serviços *Web* Semânticos possibilitam maior poder de expressão nas suas definições, descoberta e acesso [Hepp 2006].

Os Agentes de *Software* são utilizados em duas situações: Gerência de uma Adaptação e Busca de Serviços de Adaptação [Santana et al. 2007a]. O Agente Gerente visa gerenciar de forma inteligente o uso de serviços *Web Semânticos* no processo de adaptação. Essa gerência compreende a composição, invocação e o monitoramento da execução dos serviços encontrados para a adaptação. A invocação é realizada através de Agentes de Busca no intuito de localizar serviços *Web Semânticos* capazes de adaptar o conteúdo do *site*. Um Agente de Busca é responsável pela descoberta, em determinados *proxies* que constituem uma arquitetura de adaptação de conteúdo, de Serviços *Web Semânticos*. Essa descoberta é feita através de um *matching* entre as descrições desses serviços e as descrições dos perfis (de usuário, dispositivo, rede, e conteúdo). Os resultados da descoberta são retornados ao Agente Gerente. Os Agentes de *Software* são executados num ambiente computacional que suporta suas migrações, de forma autônoma, através da rede, compartilhando os seus recursos na realização de uma determinada tarefa [Dobson et al. 2006].

De acordo com Santana [Santana et al. 2007c], foram utilizados três *framework* para o desenvolvimento do UBICK: JADE [Bellifemine et al. 2008] para Agentes de *Software*; Jena [Carrol et al. 2004] para os componentes que lidam com Ontologias; e OWL-S Mindswap [Mindswap 2008] para Serviços *Web Semânticos*. O UBICK é apresentado através de modelo de componente da UML [OMG 2004], esse modelo é utilizado para abstrair os Agentes de *Software* e seus comportamentos em componentes. O modelo de componente está estruturado em dois pacotes: o UBICKClient e o UBICKServer. Na Figura 3.1 [Santana et al. 2007c] é apresentado o pacote UBICKClient, composto

pelos seguintes componentes: *UserInterface*, *ContextAgentClient*, *OfflineRecords*, e *CalloutProtocolClient*.

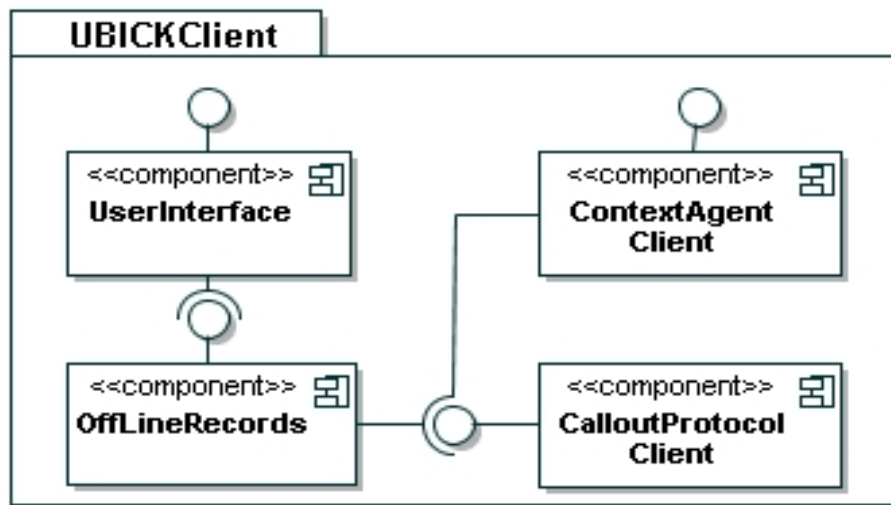


Figura 3.1. Pacote Cliente [Santana et al. 2007c].

UserInterface responsável por implementar as funcionalidades de apresentação das informações, através do dispositivo móvel. *ContextAgentClient* responsável pelo monitoramento das informações de contexto do uso da aplicação que sejam relevantes e envio periodicamente ao servidor. *OfflineRecords* é utilizado para permitir o acesso de conteúdo *off-line*, através do armazenamento de informações presentes no servidor e dos dados da aplicação cliente. *CalloutProtocolClient* é responsável pela comunicação entre os pacotes *Client* e *Server*, através da implementação um protocolo de comunicação.

Na Figura 3.2 [Santana et al. 2007c] é apresentado o pacote *UBICKServer*, que é composto pelos seguintes componentes: *ServerManager*, *AgentFactory*, *ServicesAgent*, *MobilityManager*, *AdaptationAgent*, *ContentTransferProtocol*, *Cache*, *ContextAgentSever*, *BrokerAgent*, *ContextRepository* e *CalloutProtocolServer*.

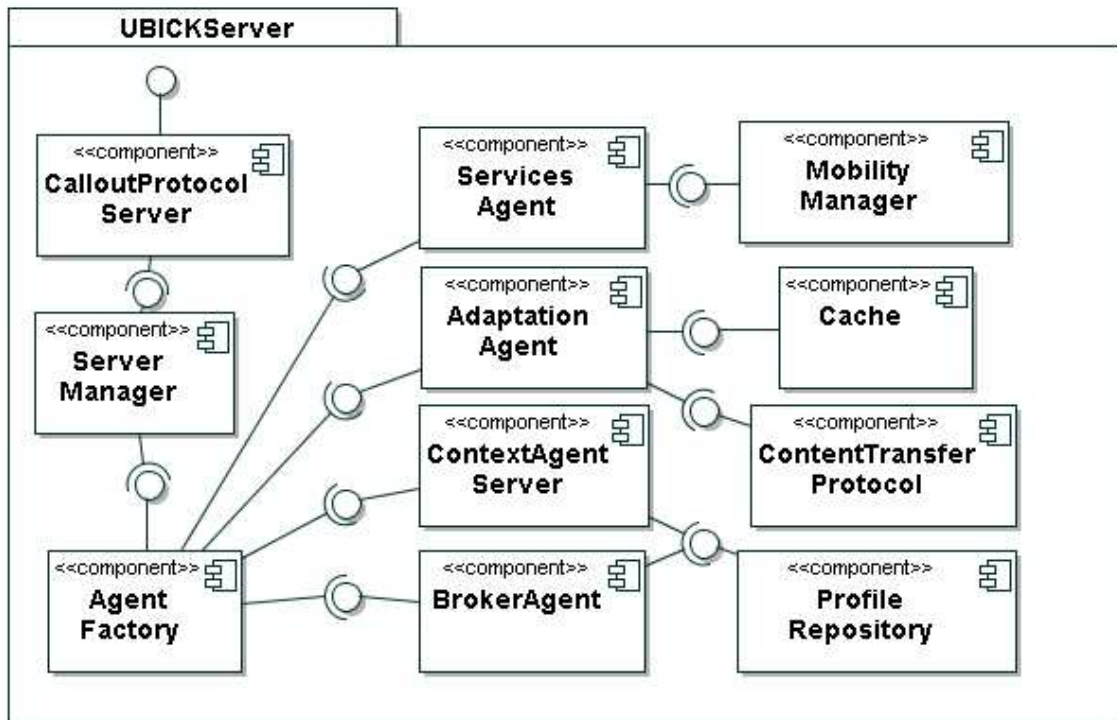


Figura 3.2. Pacote Server [Santana et al. 2007c].

O componente *ServerManagerAgent* é responsável pela gerência do comportamento do servidor, este componente recebe requisições do *CalloutProtocolServer*, onde para cada requisição ele instancia o *AgentFactory* que gera agentes utilizando o padrão factory [Gamma et al. 1995]. O componente *ServiceAgent* é um agente de busca que possui política de mobilidade, implementada no *MobilityManager*, utilizada para migrar para outros servidores. Essa política de mobilidade permite com que o *ServiceAgent* possa se deslocar entre os nós na rede, visando a busca, a composição e o monitoramento da execução de serviços *Web Semânticos*. *Cache* é utilizado para melhorar o desempenho do servidor, evitando adaptar páginas já adaptadas. *ContextAgentServer* é um agente que interage com o *ContextAgentClient* no intuito de atualizar as informações de contexto do uso das aplicações, a qual está armazenada no *ContextRepository*. *BrokerAgent* é um agente que visa definir as necessidades do usuário a partir do uso de

Ontologias do *ContextRepository*, utiliza o padrão *Broker* [Gamma et al. 1995]. *AdaptationAgent* é um agente que adapta conteúdos, acessados via *Client*, e interage com o *ServicesAgent* a fim de encontrar os serviços apropriados para uma adaptação particular.

Outro framework usado no processo SADP é o Jena [Carrol et al. 2004]. O framework Jena, implementado em Java, é usado para a construção de aplicações da *Web Semântica*. Esse *framework* suporta o uso de ontologias em OWL-DL com raciocínio de regras (*Jena's Rules*). As inferências sobre a ontologia são realizadas pela máquina de inferência (*reasoner*) desse *framework*. No processo SADP esse *framework* é utilizado para consultas à ontologia difusa do *site*.

3.2. Ferramentas

Três ferramentas foram desenvolvidas para fornecer suporte ao processo SADP.

A **Ferramenta Obtenção de Informações de Acesso ao Site (FOIAS)** visa obter implicitamente informações sobre o acesso e navegação do usuário, sem que o mesmo perceba ou perca tempo com essa atividade. Essas informações são utilizadas na criação e atualização dos perfis.

A **Ferramenta Tratar Perfis (FTP)** cria e atualiza os perfis de usuário, dispositivo, rede e conteúdo, a partir das informações coletadas pela FOIAS. Um algoritmo para geração de pontos é utilizado nessa ferramenta para calcular o grau de interesse de um usuário a um determinado produto. A ontologia difusa é utilizada por essa ferramenta para adicionar novos produtos ao perfil do usuário. A pontuação desses novos produtos é calculada de acordo o grau dos relacionamentos difusos expressos na ontologia difusa. Para

realizar a leitura da ontologia difusa, a FTP utiliza classes do MIOD junto com o *framework* JENA. Os perfis de dispositivo, rede e conteúdo são criados através diretamente das informações obtidas pela FOIAS

A **Ferramenta Personalizar Site (FPS)** é responsável pela personalização e adaptação dos conteúdos com base nos perfis. Essa ferramenta identifica o usuário no acesso ao *site* e verifica se o mesmo possui o perfil já definido. Se o usuário possuir o perfil, a FPS cria uma lista dos produtos mais relevantes de acordo com o seu perfil e utiliza o *framework* UBICK para realizar a adaptação de conteúdo e entregar ao dispositivo do usuário.

3.3. Conclusão

Este capítulo apresenta os *frameworks* e as ferramentas desenvolvidas para apoiar o processo SADP. A ferramenta FOIAS utiliza a tecnologia AJAX para a obtenção de informações sobre o comportamento navegacional do usuário. Essas informações serão utilizadas pela FTP para a construção dos perfis. A ferramenta FTP utiliza o *framework* Jena e ontologia difusa junto com o módulo de inferências sobre ontologia difusa (MIOD) para a construção do perfil de usuário. O MIOD é responsável em recuperar da ontologia difusa os relacionamentos entre os conteúdos junto com seus graus de pertinência. Os demais perfis são construídos pela FTP através das informações obtidas pela FOIAS. A ferramenta FPS utiliza os perfis de usuário para realizar a personalização do *site* e utiliza os perfis de dispositivo, rede e conteúdo junto com o *framework* UBICK para realizar a adaptação de conteúdo.

Capítulo 4

Trabalhos Relacionados

As informações de acesso e navegação do usuário obtidas de forma implícita possibilitam a descoberta de características pessoais do comportamento dos usuários em *sites*, para a utilização em serviços de personalização.

Algumas técnicas são utilizadas para enriquecer a descoberta das preferências dos usuários, entre elas estão as informações de acesso e navegação do usuário associadas às informações semânticas. Segundo Stumme [Stumme e Berendt 2002], existem duas formas de uso dessas associações, a utilização de informações semânticas no momento da personalização de conteúdo ou na etapa anterior de pré-processamento das preferências, melhorando a geração dos perfis de usuário.

Alguns trabalhos sobre personalização fazem o uso de informações semânticas (Ontologias) na construção dos perfis ou das páginas personalizadas, como o trabalho Mobasher (2005) [Mobascher e Daí 2005]. Diferente desse, no processo SADP utiliza-se ontologia difusa para definir informações com grau de incerteza, possibilitando realizar de maneira mais precisa as prioridades nas recomendações dos produtos.

No trabalho de Palazzo [Palazzo e Rigo 2006] é apresentada uma ontologia que descreve a semântica dos conteúdos disponíveis em um *site*. A aplicação de Palazzo verifica as páginas acessadas pelo usuário, gerando o

histórico de navegação e analisando a seqüência de conteúdos acessados, permitindo realizar a descoberta do perfil do usuário de acordo com os seus acessos. Outro trabalho que utiliza informações semânticas dos conteúdos do *site* associadas com informações de uso pode ser visto em Rigo e Palazzo [Rigo e Palazzo 2007]. Nesse trabalho as seqüências de páginas acessadas pelo usuário e a ontologia de domínio são utilizadas para analisar os conceitos e as relações entre elas, utilizadas para gerar as regras de adaptação do sistema. Nesses dois trabalhos apresentados, embora utilizem informações semânticas associadas ao conteúdo do *site*, não são considerados os comportamentos específico do usuário, nem estendem-se as preferências dos usuários, adicionando a eles novos produtos.

Um método para filtragem colaborativa baseada em informações implícitas do acesso e navegação de *sites* pode ser visto no trabalho do Gotardo [Gotardo et al. 2008]. Nesse trabalho o interesse do usuário é calculado de acordo com informações de acesso aos conteúdos do *site*, calculando os acessos aos itens mais freqüentes, mais recentes e o tempo despendido nesses acessos. Esses valores servirão para inserir usuários em grupos de interesse com valores similares, medindo dessa maneira o valor da preferência sobre um determinado conteúdo, baseando-se nas informações do grupo inserido. As recomendações são geradas de acordo com os produtos que receberão maiores pontuações para os usuários do grupo inserido. No processo SADP os perfis possibilitam tratar cada usuário com suas preferências específicas, definidas nos perfis de usuário, dispositivos, redes de acesso e conteúdos.

Outros trabalhos, baseados em mineração de dados, como em Aroyo (2006) [Reategui et al. 2006] e Vieira (2005) [Vieira et al. 2005], utilizam a relação de similaridade entre os conteúdos do *site* para recomendar novos produtos ao usuário. Porém essas similaridades consideram apenas relações completas entre os produtos, por exemplo: considera que o produto A é similar ao produto B, mas não apresenta o grau dessa similaridade. No trabalho de Aroyo [Aroyo et al. 2006] é apresentado uma forma de gerar personalizações considerando fatores relacionados a hipônimos, sinônimos, hiperônimos, junto com fatores temporais, espaciais e léxicos. Essa estratégia contribui com uma grande melhoria nos relacionamentos entre as informações contidas no domínio podendo estender a personalização a conteúdos relacionados com o interesse do usuário. Apesar de apresentar uma importante melhoria nas possibilidades de relacionamento de informações para a geração e análise de padrões, a exploração de relações entre conteúdos não foi empregada no experimento de Aroyo.

Em Jin [Jin et al. 2005] é visto uma abordagem para a identificação das tarefas realizadas pelos usuários. Através dessa identificação do uso da *Web*, podem ser integradas informações semânticas, associando-as ao seu perfil de usuário.

Outro ponto a ressaltar em relação aos trabalhos correlatos apresentados, é que no processo SADP a arquitetura das páginas é dirigida pela personalização, considerando assim a adaptação de conteúdo aos dispositivos de acesso. No processo, os perfis são mantidos atualizados a cada novo acesso do usuário, acompanhando as mudanças contínuas das

preferências. Os tratamentos dos perfis são realizados de forma isolada, analisando o comportamento navegacional de cada usuário que acessou o site.

4.1. Conclusão

Este capítulo apresenta sete trabalhos relacionados ao processo SADP. Tais trabalhos foram selecionados para compor essa seção devido às particularidades que ajudam a destacar as contribuições do processo SADP.

Foram identificadas diferenças em várias etapas no processo de personalização, entre as diferenças pode-se destacar:

- O cálculo da pontuação dos interesses dos usuários é feito de forma implícita e considera a combinação de informações relacionadas ao comportamento navegacional do usuário com informações dos produtos acessados ou comprados pelo usuário;
- São adicionados ao perfil do usuário produtos com maior relação aos interesses dos usuários através da ontologia difusa. A ontologia difusa torna o cálculo das pontuações dos interesses dos novos produtos adicionados mais preciso devido ao uso de relacionamentos difusos;
- Os interesses dos usuários são tratados de forma individual, considerando os acessos e as compras realizadas por cada usuário;
- São considerados os acessos através de dispositivos móveis;

Essas características não foram encontradas nos trabalhos relacionados, dessa forma o processo SADP contribui para a evolução continua das pesquisas na área de personalização. O próximo capítulo apresenta os detalhes do processo SADP.

Capítulo 5

Processo SADP

O processo SADP (Arquitetura de *Sites* Dirigida por Personalização) visa personalizar e adaptar os conteúdos de *sites* de acordo com as preferências pessoais dos usuários e com as características de seus dispositivos e rede de acesso. O processo é composto por três ferramentas desenvolvidas neste projeto de mestrado. Essas ferramentas foram criadas e aperfeiçoadas através de análises dos resultados obtidos pela implantação do processo em *sites* de comércio eletrônico.

O processo SADP utiliza um servidor dedicado para realizar a personalização e a adaptação dos conteúdos do *site*. Esse servidor dedicado é utilizado para obter algumas vantagens, dentre elas:

- aliviar o servidor do *site* dos processamentos do SADP;
- permitir que *sites* de mesmo domínio utilizem o mesmo processo SADP. Isso contribui para melhorar a criação e a atualização dos perfis dos usuários – uma vez que o processo consegue obter mais informações dos acessos e navegações no site –, e também permite utilizar perfis previamente elaborados em *sites* nos quais o processo já tenha sido aplicado; e
- possibilitar o uso do *framework* UBICK, para adaptação de conteúdo, o qual utiliza um servidor dedicado. O UBICK é acessado a partir de

dispositivos de borda (*proxy*). Esses servidores oferecem uma série de serviços adaptadores com valor agregado, além da conectividade com a *Web*.

O processo SADP é dividido em quatro atividades: (1) Desenvolver Ontologia Difusa; (2) Obter Informações de Acesso ao Site; (3) Tratar Perfis e (4) Personalizar *Site*. Tais atividades serão descritas e detalhadas a seguir.

5.1. Desenvolver Ontologia Difusa

Nessa atividade desenvolve-se a Ontologia Difusa sobre o domínio do *site*.

A Figura 5.1 apresenta, na notação SADT (*Structured Analysis and Design Technique*) [Ross 1977], a primeira atividade do processo.

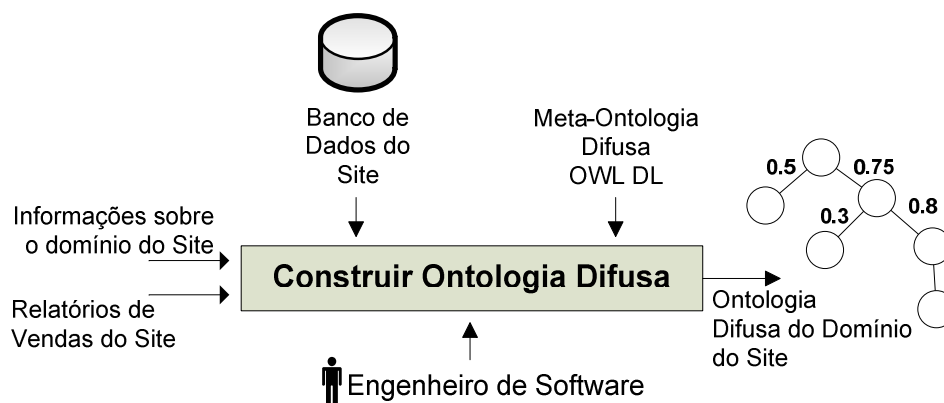


Figura 5.1. Processo SADP – Parte 1.

O Engenheiro de *Software* parte das informações sobre o domínio do *site* (armazenadas no banco de dados do *site*) – além de outras informações – e, orientado pela meta-ontologia difusa OWL-DL, desenvolve uma ontologia difusa que representa a formalização do conhecimento do *site* com base na lógica difusa. Mais informações sobre a meta-ontologia difusa OWL-DL podem ser vistas em [Yaguinuma 2007a].

As informações do *site* são obtidas a partir dos modelos de dados dos produtos disponíveis no *site* e devem conter as seguintes informações: os

produtos disponíveis no *site*, junto com suas respectivas categorias, informações sobre o potencial de recompra (**PotencialRecompra**) e sobre a complexidade de cada produto (**ComplexidadeProduto**). As categorias são utilizadas para organizar os produtos em classes. Como exemplo, o produto “cálice” pertence à categoria “copos”. Logo, na ontologia, o produto “cálice” será modelado de forma a pertencer à classe “copos”. A variável **PotencialRecompra** avalia a frequência com que um produto é comprado em determinado período de tempo. A variável **ComplexidadeProduto** é a quantidade de informações que um usuário precisa conhecer e analisar antes de comprar um produto. No processo SADP, as variáveis **PotencialRecompra** e **ComplexidadeProduto** são classificadas em alto, médio e baixo através dos valores três, dois e um, respectivamente.

Relatórios de vendas do *site* são fontes confiáveis de informações, que podem ser utilizadas na construção da ontologia difusa. Esses relatórios fornecidos pelo responsável do *site* devem conter as seguintes informações:

- Os clientes que efetuaram compras no *site* e os produtos comprados; e
- A relação de compras entre os produtos, para determinar o seu grau de pertinência. Para obter essa relação, pode ser utilizada a regra de associação, que calcula o Fator de Pertinência (FPertinencia) das relações de vendas entre os produtos. Considerando dois produtos do *site*, X e Y, o FPertinencia constitui-se na razão do número de vezes em que X e Y foram vendidos juntos sobre o número de vezes em que X foi vendido, definido pela fórmula $FPertinencia = X \cap Y / X$. O resultado dessa operação é o grau de pertinência entre os produtos X e Y.

Um exemplo do relatório de vendas do *site* pode ser visto na seção 1 do Apêndice A.

A partir das informações dos relatórios, o engenheiro de *software* elabora a **tabela de pré-requisitos**. A **tabela de pré-requisitos** é utilizado pelo engenheiro de *software* para modelar a ontologia difusa do domínio do *site*, e contém as seguintes informações:

- Os produtos disponíveis no *site*, junto com suas respectivas categorias:
PotencialRecompra e ComplexidadeProduto;
- Os graus de pertinência entre os produtos do *site*. Por exemplo, se o FConf entre os produtos X e Y for 0.8, o seu grau de pertinência será 0.8.

Um exemplo da tabela de pré-requisitos pode ser encontrado na seção 2 do Apêndice A.

Após ter definido os relacionamentos entre os produtos e seus respectivos graus de pertinência, o engenheiro de *software* os modela em OWL-DL. Inicialmente, são modeladas as classes que serão utilizadas na ontologia difusa e, em seguida, os produtos e seus relacionamentos. Para representar classes e relacionamentos difusos, as ontologias de domínio herdam ou instanciam os elementos da meta-ontologia difusa OWL-DL. A Figura 5.2 apresenta um modelo genérico de uma ontologia difusa. Nessa ontologia, são definidas as propriedades dos relacionamentos difusos, assim como os seus graus de pertinência.

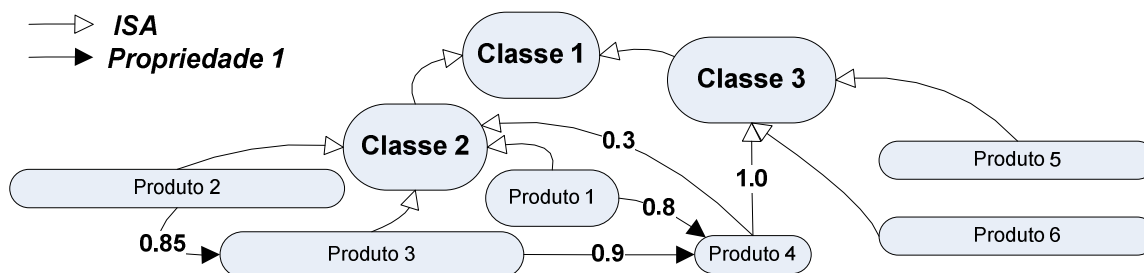


Figura 5.2. Modelo de ontologia difusa.

Na Figura 5.2, a Propriedade 1 define qual o tipo de relacionamento entre os produtos do domínio. Essa propriedade pode representar, por exemplo, relacionamentos de similaridade, complemento, substituição, entre outros, conforme a necessidade do *site*. No estudo de caso da aplicação do processo SADP, foram usadas, para os relacionamentos, as propriedades de complemento chamadas *IsAdicional*. A propriedade ISA (termo em inglês para “é um”) define a taxonomia entre as classes, representando que uma classe ou um produto pode pertencer à outra classe. Existem dois tipos de relacionamentos difusos mostrados na Figura 5.2:

- Os relacionamentos dos conjuntos difusos, que representam o grau de pertinência com o qual determinado produto pertence a uma classe. Como exemplo: o produto 4 pertence à classe 3 (propriedade ISA), com 1.0 grau de pertinência e 0.3 grau de pertinência à classe 2; e
- Os relacionamentos difusos são medidos através do grau de pertinência com o qual um produto se relaciona com outro. Como exemplo: o produto 3 se relaciona com o produto 4 (utilizando a propriedade 1), com 0.9 grau de pertinência.

A meta-ontologia difusa OWL-DL disponibiliza meta-tags (prefixo *fuz*) para modelar os relacionamentos difusos entre os produtos do domínio. Na

Figura 5.3, tem-se a especificação em OWL-DL do modelo da ontologia difusa da Figura 5.2, fazendo uso das meta-tags.

```

A <Classe2 rdf:ID="Produto1">
    <Variavel rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
      Valor </Variavel>
    <Propriedade1 rdf:resource="#Produto4"/>
    <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
      NomeProduto</rdfs:label>
</Classe2>

B <fuz:FuzzyRelationMembership>
    <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#Propriedade1"/>
    <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#Produto1"/>
    <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#Produto4"/>
    <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.8
    </fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

```

Figura 5.3. Especificação de ontologia difusa em OWL DL.

Em (A), tem-se a declaração de um produto, pertencente a uma determinada classe, que pode ter variáveis e relacionamentos, definidos pelas propriedades. Por exemplo, no trecho 5.3 (A), o Produto1 pertence à Classe1 e possui um relacionamento com o Produto4 utilizando a propriedade Propriedade1. Em (B), é utilizada uma propriedade para especificar o relacionamento e o seu grau de pertinência entre dois produtos, utilizando as meta-tags (prefixo fuz) herdadas da meta-ontologia difusa OWL-DL. No trecho 5.3 (B), é mostrado o relacionamento difuso entre o Produto1 e o Produto4, usando o grau de pertinência 0.8 e a propriedade Propriedade1.

Um exemplo de ontologia difusa em OWL-DL para o domínio de artigos para festa pode ser encontrado no Apêndice B.

Com o desenvolvimento da ontologia difusa, elicitam-se e especificam-se as seguintes informações dos produtos do *site*: o **PotencialRecompra**, a

ComplexidadeProduto e os relacionamentos difusos entre os produtos (GrauPertinência).

Depois de construída a ontologia difusa do *site*, o processo SADP prossegue com as atividades Obter Informações de Acesso ao *Site*, Tratar Perfis e Personalizar *Site*, conforme mostra a Figura 5.4. Essas atividades se repetem em ciclo a cada acesso do usuário ao *site*. Dessa forma, os perfis se mantêm sempre atualizados com informações das últimas compras e acessos.

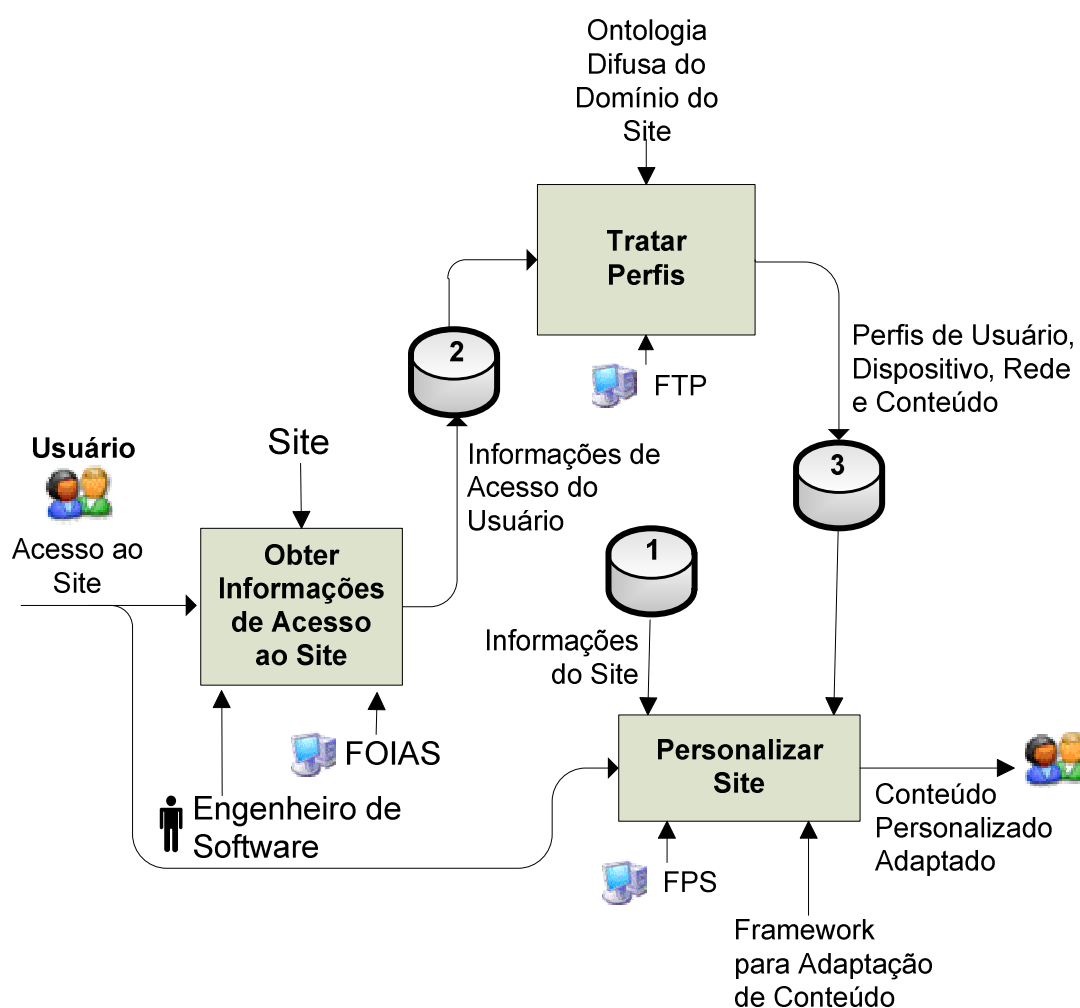


Figura 5.4. Processo SADP – Parte 2.

5.2. Obter Informações de Acesso ao *Site*

A atividade Obter Informações de Acesso ao *Site* visa a obter informações sobre o comportamento navegacional do usuário. Inicialmente, o Engenheiro

de *Software* configura a FOIAS (Ferramenta para Obtenção de Informações de Acesso ao *Site*) no *site*. Essa ferramenta foi desenvolvida para o processo SADP, com o objetivo de obter informações de acesso e de navegação dos usuários do *site*. Para essa configuração, é adicionada nas páginas do *site* uma referência a um script remoto, que utiliza a tecnologia AJAX [Garrett e Jesse 2005]. Os detalhes dessa configuração podem ser encontrados na seção 3.1. do Apêndice A. A FOIAS utiliza a tecnologia AJAX para realizar a obtenção implícita de informações de acesso e de navegação do usuário e enviá-las ao servidor do SADP. O uso do AJAX permite que o envio de informações seja feito de forma constante ao servidor, sem que seja preciso atualizar a página visitada pelo usuário. Dessa maneira, a obtenção de informações se torna transparente para o usuário.

Quando um usuário acessa o *site* pela primeira vez, é atribuída uma identificação única (**IdUsuario**), gerada randomicamente com base no milissegundo do instante do seu acesso. Essa identificação é armazenada num *cookie* (arquivo armazenado na máquina do usuário, que contém informações trocadas entre o servidor de páginas *Web* e o *browser*) e num banco de dados, para uso em acessos posteriores. Caso a opção de *cookie* não esteja liberada no navegador do usuário, a identificação é realizada pelo IP *Address*.

Através do **IdUsuario** pode-se realizar a recuperação e a persistência das informações de acesso do usuário. A Figura 5.5 apresenta um exemplo das informações coletadas do acesso de um usuário no *site*.

IdAP	IdUsuario	CodProduto	TempoAcesso
1	1225823398758	856	39

IP	Navegador
192.168.0.169	Mozilla/5.0(Gecko/20080311 Firefox/2.0.0.13)

PaginaAcessada	Cidade	Estado	Pais
Produtos.aspx?Produto=856	São Carlos	São Paulo	Brazil

EfetivacaoCompra	Data	HorarioAcesso
0	10/01/2009	17:44:36

Figura 5.5. Informações de acesso do usuário no site.

5.3. Tratar Perfis

Na **Atividade Tratar Perfis**, os perfis são construídos com base nas informações coletadas pela FOIAS. Esses perfis são armazenados em banco de dados, para consultas e atualizações durante o processo SADP.

Para o perfil do usuário, a FTP (Ferramenta Tratar Perfis desenvolvida para integrar o processo SADP, utilizado na criação e atualização dos perfis) processa as informações mantidas pela FOIAS, para determinar o comportamento navegacional do usuário. O comportamento navegacional do usuário compreende as seguintes informações: o número de vezes que um usuário acessou determinado produto (**NumeroAcessosProduto**), o tempo de acesso que o usuário gastou visitando um determinado produto (**TempoAcesso**), a efetivação de compra (**EfetivacaoCompra**) e sua localização geográfica (Estado e Cidade). Essas informações são utilizadas para definir uma pontuação para o conteúdo acessado (**PontuacaoAcesso**) e comprado (**PontuacaoCompra**) pelo usuário. A **PontuacaoAcesso** é

processada através da combinação do comportamento navegacional, com as informações sobre a complexidade (**ComplexidadeProduto**) e o potencial de recompra do produto (**PotencialRecompra**). A Figura 5.6 apresenta o algoritmo utilizado para a geração dos pontos a partir do Registro com Informações de Acesso (RIA) do usuário.

Esse algoritmo é um refinamento da análise dos resultados realizados na implantação do processo SADP ao *site* de comércio eletrônico chamados MalibuFestas e PLDLivros. Essa análise teve como objetivo verificar quais das variáveis do comportamento navegacional do usuário (**NumeroAcessosProduto**, **TempoAcesso**) possuem maior relevância nos cálculos das pontuações dos usuários. Através das análises foi concluído que a variável **NumeroAcessosProduto** possui uma maior relevância em relação à variável **TempoAcesso**. Essa situação foi comprovada através das pesquisas realizadas em *sites* que possuem distintas características de produtos. Os detalhes sobre essas análises podem ser encontrados na seção 6.2.3 do Capítulo 6.

As variáveis T1, T2, T3, T4 e T5 representam os tempos de acesso, em segundos, aos produtos do *site*. Esses tempos podem ser configurados conforme o porte e a natureza dos produtos disponíveis no *site*.

Obter IdUsuario;

Criar ListaProduto vazia;

Para cada RIA **faça**

Se CodProduto for associado ao IdUsuario **e** CodProduto não estiver em ListaProduto **entao**

 Adicionar CodProduto em ListaProduto; **FimSe**

FimParaCada

Para cada CodProduto em ListaProduto **faça**

Recuperar ComplexidadeProduto e PotencialRecompra da Ontologia Difusa do Site;

Atribuir zero a PontuacaoAcesso e PontuacaoCompra;

Para cada RIA que tenha CodProduto associado ao IdUsuario **repetir**

Se ListaProduto.CodProduto = RIA.CodProduto **entao**

```

Adicionar 3 ponto a PontuacaoAcesso;
Recuperar TempoAcesso e EfetivacaoCompra em RIA;
Se EfetivacaoCompra = 1 entao Adicionar 1 a PontuacaoCompra FimSe
Se ComplexidadeProduto = 1 entao
  Caso: T1 < TempoAcesso < T2 : Adicionar 2 pontos a PontuacaoAcesso;
        T2 <= TempoAcesso < T3 : Adicionar 3 pontos a PontuacaoAcesso;
        TempoAcesso >= T3 :      Adicionar 4 pontos a PontuacaoAcesso;
  FimCaso
FimSe
Se ComplexidadeProduto = 2 entao
  Caso: T1 < TempoAcesso < T2 : Adicionar 1 ponto a PontuacaoAcesso;
        T2 <= TempoAcesso < T3 : Adicionar 2 pontos a PontuacaoAcesso;
        T3 <= TempoAcesso < T4 : Adicionar 3 pontos a PontuacaoAcesso;
        TempoAcesso >= T4 :      Adicionar 4 pontos a PontuacaoAcesso;
  FimCaso
FimSe
Se ComplexidadeProduto = 3 entao
  Caso: T2 <= TempoAcesso < T3 : Adicionar 2 pontos a PontuacaoAcesso;
        T3 <= TempoAcesso < T4 : Adicionar 3 pontos a PontuacaoAcesso;
        T4 <= TempoAcesso < T5 : Adicionar 4 pontos a PontuacaoAcesso;
        TempoAcesso >= T5 :      Adicionar 5 pontos a
PontuacaoAcesso;
  FimCaso
FimSe
FimSe
FimParaCada
Associar PotencialRecompra, PontuacaoAcesso e PontuacaoCompra ao
CodProduto;
FimParaCada
Retornar ListaProduto

```

Figura 5.6. Algoritmo para pontuação dos interesses do usuário nos produtos do site.

Prosseguindo na atividade Tratar Perfis, adicionam-se novos produtos ao perfil do usuário conforme o algoritmo da Figura 5.7. A partir de um produto P_i , de preferência, de um Usuário U , novas recomendações de produtos são obtidas consultando a ontologia difusa (OWL-DL), através do Módulo de Inferência sobre Ontologia Difusa (MIOD) e do *framework* Jena. A ontologia difusa fornece, para os Produtos Relacionados (Pr), os graus de pertinência μ , a **ComplexidadeProduto** e o **PotencialRecompra**. A **PontuacaoAcesso** de Pr é obtida multiplicando a **PontuacaoAcesso** de P_i pelo grau de pertinência μ do relacionamento entre P_i e Pr . Caso P_i possua **PontuacaoCompra** maior

que zero e **PotencialRecompra** maior que um o valor da **PontuacaoCompra**, é multiplicado pela **PontuacaoAcesso** obtida para Pr.

O **PotencialRecompra** de P_i é analisado e recomendado apenas se o seu valor for acima de um. Isso permite que não sejam recomendados produtos (geralmente bens de consumo duráveis) que possuam baixa frequência de recompra. Quanto maior o **PotencialRecompra** de um produto, mais prioridade para a recomendação ele recebe, uma vez que o **PotencialRecompra** é somado à **PontuacaoAcesso** de Pr. Dessa forma, os produtos relacionados com produtos comprados são calculados de forma divergente dos produtos relacionados com produtos acessados.

Obter Usuário U e CodProduto P_i **faça**
Recuperar da Ontologia Difusa os produtos relacionados ao CodProduto P_i , junto com seus grau de pertinência μ e PotencialRecompra;
Criar ListaProdutosRelacionados;
Para cada Produto Relacionado P_r **faça**
Se PontuacaoCompra de $P_i > 0$ e PotencialRecompra de $P_i > 1$ **entao**
 PontuacaoAcesso de $P_r = ((\text{PontuacaoAcesso de } P_i * \mu) * \text{PontuacaoCompra}) + \text{PotencialRecompra}$;
Senao
 PontuacaoAcesso de $P_r = (\text{PontuacaoAcesso de } P_i * \mu)$;
FimSe
Adicionar P_r na ListaProdutosRelacionados;
FimPara
Retornar ListaProdutosRelacionados;

Figura 5.7. Algoritmo para adição de produtos no perfil de usuário.

Os demais perfis são criados considerando as características de cada categoria de dispositivo, rede e conteúdo. A FOIAS reconhece o tipo de dispositivo utilizado analisando as informações de acesso do usuário. Através dessas informações, é descoberto o modelo, a marca, a memória, dentre outras informações usadas para a geração dos perfis de dispositivo, de rede e de conteúdo. Esses perfis são relacionados com o perfil de usuário para definir a personalização e a adaptação das diferentes arquiteturas conforme cada tipo

de conteúdo, dispositivo ou rede de acesso. Uma vez construídos, os perfis são persistidos em um banco de dados utilizando o padrão *Adaptive Object-Model architecture* (AOM) [Yoder et al. 2001]. O padrão AOM torna flexível a inclusão dinâmica de novas características, para acompanhar a evolução contínua dos perfis. Essa flexibilidade se deve à facilidade de criação de novas tabelas e campos no banco de dados. Conforme mostra a Figura 5.8, no caso estudado, *Entity* armazena os usuários que acessam o *site* e os dispositivos utilizados; *EntityType* armazena os tipos de perfis; *PropertyType* armazena os tipos de propriedades dos perfis; e *Property* armazena os seus valores, associados a cada perfil.

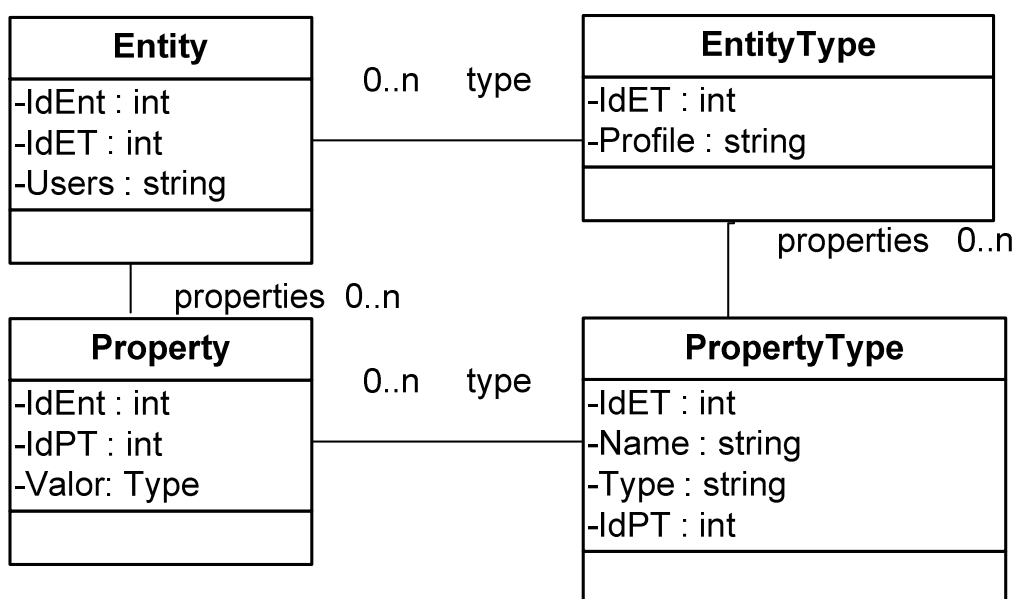


Figura 5.8. Padrão AOM.

Um exemplo desse padrão é mostrado na Figura 5.9. No exemplo, a tabela *Entity* identifica os usuários através de um código gerado pela FOIAS, armazenado no campo *IdE*. A tabela *EntityType* garante a flexibilidade na criação ou atualização dos tipos de perfis caso seja necessário. A tabela *PropertyType* garante a flexibilidade das informações necessárias para os perfis. Devido à frequência no surgimento de novas características dos

dispositivos, das redes e do formato dos conteúdos dos *sites* e devido à frequência no surgimento de novas informações utilizadas para análise do usuário, é fundamental o uso de padrões como o AOM para facilitar essas mudanças. Finalmente, a tabela *Property* armazena as informações a respeito dos perfis.

Entity		
IdE	IdET	IdEntity
01	CodPerfil	Usuários
...

EntityType	
IdET	Profile
01	Perfis
...	...

Property		
IdEnt	IdPT	Valor
01	01	Valores dos Campos
...

PropertyType			
IdPT	IdET	Nome	Type
01	01	Nome dos Campos	int
...

Figura 5.9. Exemplo do padrão AOM.

5.4. Personalizar Site

Na atividade Personalizar *Site* do processo SADP, inicialmente, o engenheiro de *software* configura a FPS (Ferramenta Personalizar *Site*) no *site*. A FPS foi desenvolvida para realizar a personalização e a adaptação do *site* baseada nos perfis. Para essa configuração, inicialmente, o engenheiro de *software* seleciona quais páginas do *site* serão personalizadas e adaptadas. Após a seleção, é adicionado às páginas o elemento DIV, identificado como “atualiza” (DIV é um elemento do HTML utilizado para exibir resultados dos processamentos nos servidores em seções de páginas que utilizam a tecnologia AJAX). Esse elemento é utilizado para apresentar uma arquitetura de página com produtos personalizados e adaptados ao usuário. Os detalhes dessa configuração podem ser encontrados na seção 3.2 do apêndice A.

Para realizar a personalização e a adaptação, a FPS identifica os usuários que acessam o *site* através da FOIAS. Uma vez identificado, a FPS verifica se existem perfis já elaborados para o usuário. Em caso afirmativo, a ferramenta determina os produtos que comporão a página personalizada. As prioridades para a seleção dos produtos a serem recomendados baseiam-se nas pontuações definidas no perfil de cada usuário, conforme suas preferências. Primeiro, recomendam-se os produtos com maiores **PontuacaoCompra** cujos **PotencialRecompra** sejam altos e médios, seguido dos produtos com maiores **PontuacaoAcesso**. Os produtos acessados com maior frequência são priorizados no processo SADP através da redução de um ponto por semana da variável **PontuacaoAcesso**.

Depois de definida a lista de produtos e as suas respectivas prioridades para composição da página, caso o usuário faça acesso através de um dispositivo móvel a FPS utiliza os perfis de dispositivo, de rede e de conteúdo, e o *framework* UBICK, para adaptar o conteúdo e enviá-lo para o dispositivo do usuário.

No primeiro acesso do usuário, quando os perfis ainda não foram criados, um conteúdo padrão é enviado ao usuário. Nesse primeiro acesso também são coletadas as informações de acesso e navegação dos usuários usados para a criação de seus perfis.

Caso o usuário utilize um dispositivo móvel, como *pda's*, *smart phones* entre outros, a página é adaptada com base nos perfis de dispositivo, rede e conteúdo. Para tal o *framework* UBICK utiliza Agentes de Software responsável pela descoberta de serviços de adaptação de conteúdos localizados em *proxies* na rede. Essa descoberta é feita através da correspondência entre as

descrições desses serviços e as descrições dos perfis (de dispositivo, rede, e conteúdo). Uma vez descoberto a localização dos serviços de adaptação, os Agentes de *Software* gerenciam o processo de adaptação, enviando ao usuário o conteúdo do site personalizado e adaptado.

Por exemplo, a Figura 5.10 mostra um conteúdo adaptado para um dispositivo móvel de acordo os perfis de dispositivo, rede e conteúdo.



Figura 5.10. Conteúdo Adaptado [Santana et al. 2007a].

5.5. Conclusão

Este capítulo apresentou a arquitetura e o desenvolvimento do processo SADP, assim como sua aplicação nos *sites*. O processo SADP foi dividido em duas etapas: a primeira trata do desenvolvimento da ontologia difusa do domínio do *site* – nessa etapa, a ontologia difusa é desenvolvida de acordo com o domínio do *site*; a segunda etapa é responsável por realizar a identificação e a obtenção das informações de acesso dos usuários, a construção e a atualização dos perfis, e a personalização e adaptação do conteúdo *Web*. O

processo SADP é, em grande parte, facilitada pela reutilização dos *frameworks* UBICK e JENA, pelo uso do Módulo de Inferências sobre Ontologia Difusa (MIOD) e pelo uso das ferramentas desenvolvidas para compor o processo. Essas ferramentas automatizam toda a segunda parte do processo, cabendo ao engenheiro de *software* apenas configurar o seu uso.

O processo SADP pode ser melhorado através da inclusão de novos serviços ou técnicas que facilitem o desenvolvimento da ontologia difusa. Algumas pesquisas já estão sendo conduzidas com o objetivo de adaptar o *software* Protege (*software* que auxilia o desenvolvimento de ontologias tradicionais) para a construção de ontologias difusas. A conclusão desta pesquisa facilitará a implantação do processo SADP nos *sites*.

Para melhorar o entendimento, o próximo capítulo apresenta a seção sobre os estudos de caso realizados neste projeto de mestrado. Tal seção aplica o processo SADP em *sites* de comércio eletrônico.

Capítulo 6

Estudo de Caso

Este capítulo apresenta o desenvolvimento de duas aplicações usando o processo SADP. Essas aplicações serviram para validar e corrigir o processo proposto. Além disso, elas servem de orientação para o desenvolvedor que vai utilizar o SADP. As aplicações foram desenvolvidas, uma para o site MalibuFestas e outra para o site PLDLivros.

6.1. Estudo de Caso 1 – Site MalibuFestas

O site MalibuFestas, com acesso público de seus usuários, comercializa artigos para festas em geral, com acesso através da url <http://malibufestas.com.br>.

6.1.1. Desenvolver Ontologia Difusa

Para construir a ontologia difusa, partiu-se das informações sobre os conteúdos do *site*, armazenadas em banco de dados e dos relatórios de vendas para o preenchimento do modelo de pré-requisitos. A Figura 6.1 apresenta uma parte do relatório de vendas fornecido pelo administrador do *site* MalibuFestas, e a Figura 6.2 apresenta um trecho da tabela de pré-requisitos criados para o *site*.

	Produto Categoria PotencialRecompra ComplexidadeProduto		
Usuário	CALICE Copos PR: 2 CP: 1	Mexedor de Drink de Luxo Drinks PR: 2 CP: 1	Mexedor de Drink tropical Drinks PR: 2 CP: 1
1	Sim	Sim	Sim
2	Sim	Sim	Não
3	Não	Não	Sim
4	Sim	Sim	Sim
...

Figura 6.1. Relatório de vendas do *site* MalibuFestas.

Produtos PotencialRecompra ComplexidadeProduto	Grau e Propriedade do Relacionamento	Produtos
Calice PR: 2 CP: 1	0.9 - IsAdicional	Mexedor_Drink_Luxo
Mexedor_Drink_Luxo PR: 2 CP: 1	0.85 - IsAdicional	Mexedor_Drink_Tropical
Pega_Petiscos PR: 2 CP: 1	0.8 - IsAdicional	Calice
...

Figura 6.2. Tabela de pré-requisitos do site MalibuFestas.

Uma vez definida a tabela de pré-requisitos, o engenheiro de *software* utiliza suas informações para modelar a ontologia difusa. Apresenta-se, na Figura 6.3, um trecho da modelagem da ontologia difusa do site MalibuFestas, com os relacionamentos difusos entre os seus conteúdos.

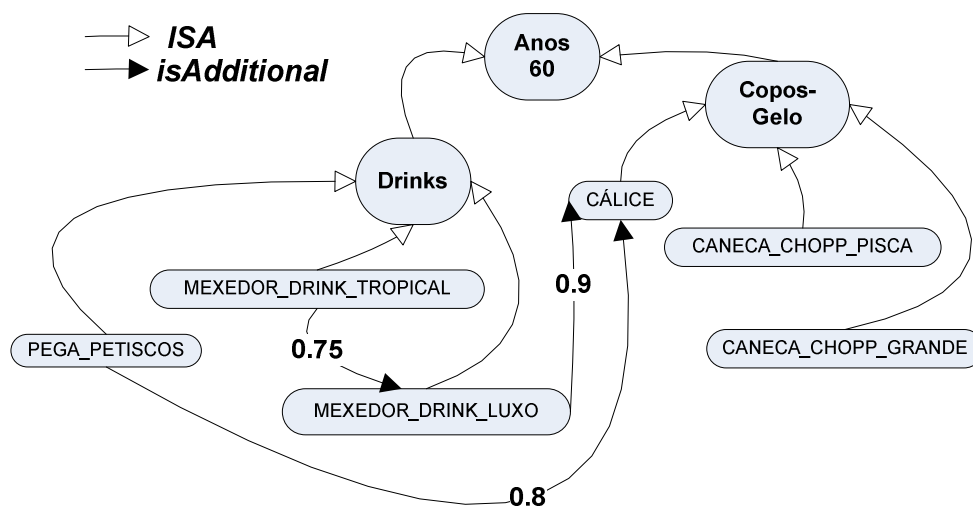


Figura 6.3. Modelo de ontologia difusa dos conteúdos do site Malibu Festas.

Nesse modelo, as classes *Drinks* e *Copos-Gelo*, subclasses de *Anos 60*, representam uma determinada categoria de produtos do site que têm instâncias que representam seus produtos. A propriedade *ISA* (é um) representa a taxonomia das classes e instâncias da ontologia difusa; a ordem das setas representa o fato de uma classe ou instância pertencer a outra classe. As propriedades *isAdditional* são utilizadas para definir os relacionamentos difusos entre as instâncias. Para esses relacionamentos difusos, são adicionadas à OWL-DL meta-tags (prefixo “fuz”) da meta-ontologia

difusa OWL-DL. Na Figura 6.4, tem-se a especificação, em OWL-DL, da ontologia da Figura 6.3 fazendo uso dessas meta-tags. Em (A), têm-se as variáveis *PotencialRecompra* e *ComplexidadeProduto* do produto *Cálice* e os seus relacionamentos definidos pela propriedade *isAdicional*. Em (B), a propriedade *isAdicional* é usada para especificar os graus de pertinência dos relacionamentos entre *Cálice* e *Mexedor de Drink de Luxo* (0.9), e entre *Cálice* e *Pega Petiscos* (0.8).

A

```
<COPOS-GELO rdf:ID="CALICE">
  <PotencialRecompra rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">ALTO</PotencialRecompra>
  <ComplexidadeProduto rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">BAIXO</ComplexidadeProduto>
  <isAdditional rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
  <isAdditional rdf:resource="#PEGA_PETISCOS"/>
  <rdfs:label rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">CALICE</rdfs:label>
</COPOS-GELO>
```

B

```
<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#isAdditional"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.9</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#isAdditional"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#PEGA_PETISCOS"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.8</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>
```

Figura 6.4. Especificação de ontologia difusa em OWL DL.

6.1.2. Obter informações de acesso ao *site*

Uma vez instalada, a Ferramenta para Obtenção de Informações de Acesso ao *Site* (FOIAS) passa a coletar as informações de acesso dos usuários ao *site* a serem utilizadas na elaboração dos perfis. Tem-se, como exemplo, que, para determinado usuário foram obtidas as seguintes informações: *IdUsuario* 1225823398758; data e hora de acesso 15/02/2009 – 15:32; IP 200.18.98.23; um acesso à página inicial com 32 segundos de tempo de permanência; e dois

acessos ao produto Cálice (código 854), com tempo total de permanência de 55 segundos.

6.1.3. Tratar Perfis

Prosseguindo, nessa etapa, a FTP processa as informações de acesso ao *site*, com base no algoritmo da Figura 5.6 para a geração da pontuação de preferências do usuário. Por exemplo, para o *IdUsuario* 1225823398758, foram gerados 8 pontos de preferência ao produto Cálice. Para obter essa pontuação, no algoritmo da Figura 5.6, foram consideradas duas variáveis referentes ao comportamento navegacional do usuário: o número de vezes em que um usuário acessou determinado produto (*NumeroAcessosProduto*) e o tempo de acesso a um determinado produto (*TempoAcesso*). O processo foi aplicado no período de 28 de janeiro a 28 de fevereiro de 2009. A Figura 6.5 apresenta uma parte da pesquisa sobre os comportamentos navegacionais dos usuários.

Produto Cálice	Numero Acesso Produtos	Tempo Acesso	Efetivação Compras	Produto Mexedor de Drink de Luxo	Numero Acesso Produtos	Tempo Acesso	Efetivação Compras
Usuário 1225823398758	2	19	Sim	Usuário 1234890385395	4	11	Sim
Usuário 1234392127621	6	12	Sim	Usuário 1234390076463	3	14	Sim
Usuário 1235745241193	3	14	Não	Usuário 1233742720626	4	13	Sim
Usuário 1234390157538	1	10	Sim	Usuário 1235175547377	2	18	Não
Usuário 1235666910334	1	22	Não	Usuário 1234829252612	2	22	Não
Usuário 1235174501321	1	9	Não	Usuário 12332654602442	1	8	Não

Produto Pega Petiscos	Numero Acesso Produtos	Tempo Acesso	Efetivação Compras	Produto Mini-Copo Pisca	Numero Acesso Produtos	Tempo Acesso	Efetivação Compras
Usuário 1234373845964	4	13	Sim	Usuário 1234373845133	4	39	Sim
Usuário 1233687178811	3	17	Sim	Usuário 1233687174123	2	16	Sim
Usuário 1234523633210	1	13	Não	Usuário 1234524633998	2	22	Não
Usuário 1233667736583	1	18	Não	Usuário 1233667737789	1	18	Não

Figura 6.5. Comportamento navegacional dos usuários do *site*

MalibuFestas.

Analisando esses comportamentos, verificou-se que os usuários que acessaram mais vezes um determinado produto tiveram um maior interesse por ele. Esse interesse é observado a partir da constatação de um maior número de efetivações de compras. Os usuários que acessaram uma única vez os

produtos tiveram 16% de compras efetivadas. Os usuários que acessaram duas vezes um mesmo produto tiveram 40% em efetivações de compra, e usuários que acessaram três ou mais vezes os mesmo produtos tiveram 85% em efetivações de compra. As efetivações de compra foram maiores para maiores números de acessos. Outro fato observado é que, nem sempre, os maiores tempos de acessos a determinados produtos corresponderam à efetivação das compras.

Portanto, a variável que denota o número de acessos a um mesmo produto (`NumeroAcessosProduto`) tem maior relevância no cálculo da pontuação de interesses do usuário.

Uma vez definida a pontuação de acesso do produto Cálice, a FTP consulta a ontologia difusa do *site* e recupera os produtos relacionados ao produto acessado. Em seguida, conforme o algoritmo da Figura 5.7, elabora-se a lista de produtos relacionados. No caso estudado, na lista de produtos relacionados, tem-se o Mexedor de *Drink* de Luxo ($\mu = 0,9$, em relação ao Cálice), cuja **PontuacaoAcesso** é igual a 7,2 ($0,9 * 8$ pontos); Pega Petiscos ($\mu=0,8$, em relação ao Cálice), cuja Pontuação é igual a 6,4 ($0,8 * 8$ pontos). Além do perfil de usuário, os perfis de dispositivo, de rede e de conteúdo são elaborados com base nas informações de acesso do usuário. A Figura 6.6 mostra uma instanciação do padrão AOM para armazenar o perfil de usuário e de dispositivo, identificado como 1225823398758.

Entity		
IdE	IdET	IdEntity
01	01	1225823398758
02	01	1225877395753
03	02	Nokia
04	02	Samsung
...

EntityType	
IdET	Profile
01	PerfilUsuario
02	PerfilDispositivo
03	PerfilRede
04	PerfilConteudo
...	...

Property		
IdEnt	IdPT	Valor
01	02	854
01	04	8
01	02	763
01	04	7,05
01	02	784
01	04	6,28
01	02	744
01	03	5.50
01	02	873
01	04	4.05
01	02	715
01	04	5.25
...

PropertyType			
IdPT	IdET	Nome	Type
01	01	IdUsuario	int
02	01	CodProduto	int
03	01	Potencial Recompra	int
04	01	Pontuacao Acesso	int
06	02	Marca	str
07	02	Modelo	str
08	02	Formato	str
09	02	Largura Tela	int
10	02	Altura Tela	int
12	01	Ef etivacao Compra	bool
13	01	Proximo	char
14	01	Pontuacao Compra	char
...

Figura 6.6. Perfis de Usuário e Dispositivo no padrão AOM.

6.1.4. Personalizar Site

Nesta etapa, elabora-se uma lista dos conteúdos mais relevantes ao usuário (ListaRecomendacao) e constrói-se a arquitetura da página a ser enviada. A Figura 6.7 mostra, por exemplo, a lista de produtos recomendados para um usuário.

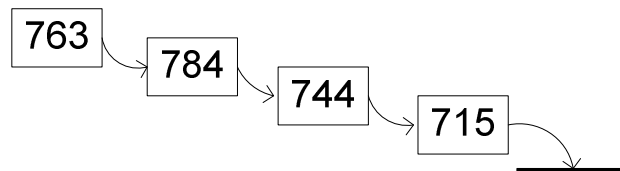


Figura 6.7. ListaRecomendacao.

Para a construção da página, são consultados os demais Perfis, dispositivo, rede e conteúdo, relacionados ao usuário, visando às adaptações dos conteúdos. Baseado nos perfis, o *framework* UBICK faz a adaptação do conteúdo personalizado. Dessa forma, a arquitetura do *site* é construída dinamicamente de acordo com os perfis. Por exemplo, a Figura 6.8 mostra a arquitetura da página construída para o usuário com a lista de recomendação da Figura 6.7.

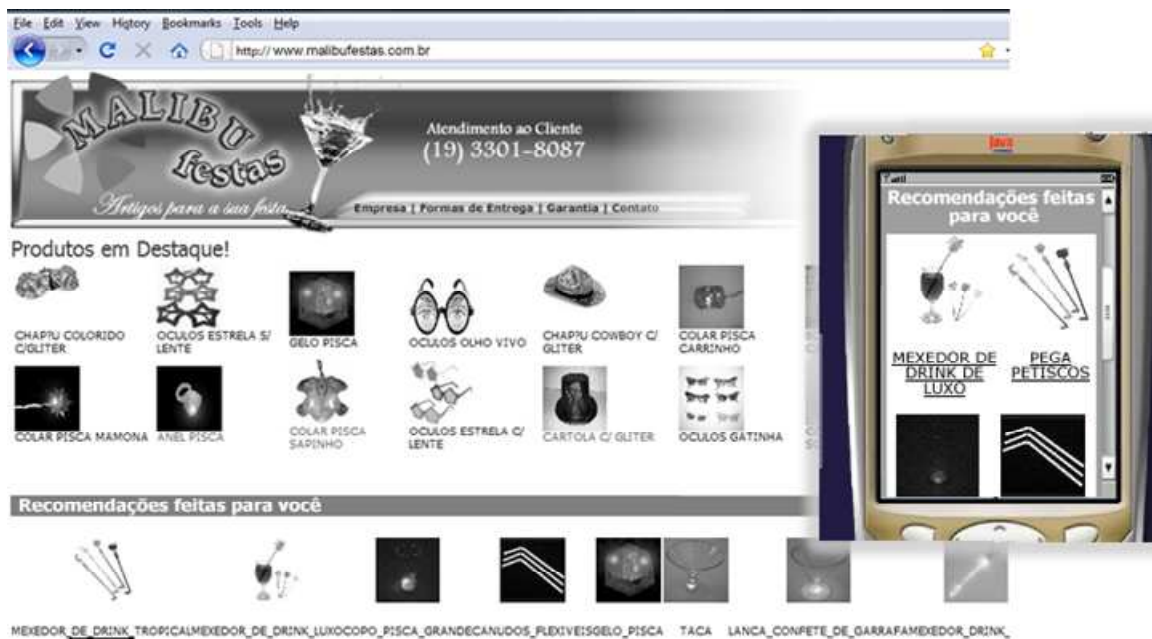


Figura 6.8. Lista de recomendações do site MalibuFestas.

6.1.5. Avaliação dos resultados do processo SADP

A avaliação analisou os resultados do processo SADP com o objetivo de calcular o índice de acertos de suas recomendações. Esse índice foi calculado com base nos usuários que receberam recomendações e efetivaram compras no *site* MalibuFestas. Foram analisados 137 usuários entre o período de 03/03/2009 e 31/03/2009. O cálculo do índice de acertos das recomendações considera as compras realizadas e os produtos recomendados ao usuário.

A Tabela 6.1 lista os produtos recomendados e as efetivações de compras para alguns dos usuários analisados.

Tabela 6.1. Relação entre produtos recomendados e suas efetivações de compras.

Usuários	Total de Produtos Recomendados	Compras de produtos da recomendação
1225823398758	12	6
1237981758035	12	1
1237940820384	12	10
1237825898480	12	3
1237376373005	12	2
1238194465669	12	2
1237212314641	12	0
1237826763230	12	4
...

Fundamentando-se nessa análise, verificou-se que 85% dos usuários que receberam recomendações, compraram um ou mais produtos que estavam presentes na lista de produtos recomendados pelo SADP. Apenas 15% das compras foram de produtos que não constavam dos perfis dos usuários recomendados pelo SADP. Para essa avaliação esses usuários tiveram acesso a todos os produtos disponíveis no *site* além dos produtos recomendados. O *site* MalibuFestas disponibiliza 261 produtos, separados em 6 categorias, e o

processo SADP apresenta 12 produtos a cada recomendação. A cada acesso o usuário tem acesso a todos os produtos do *site* e da recomendação. A avaliação verificou, para os usuários que receberam recomendações, se os produtos comprados estavam presentes nas recomendações.

Também se verificou que 90% dos produtos dos perfis de usuários que foram comprados receberam pontuações maiores do que os produtos não comprados.

Portanto, pela análise pode-se concluir que o processo de personalização proposto apresenta resultados satisfatórios, com aumento nas vendas, no *site* MalibuFestas.

6.2. Estudo de Caso 2- *Site* PLDLivros

Esse estudo de caso apresenta a aplicação do processo SADP em um *site* de comércio eletrônico chamado PLDLivros. Trata-se de um *site* que comercializa livros técnicos, com acesso através da url <http://www.pldlivros.com.br>.

6.2.1. Desenvolver Ontologia Difusa

Para construir a ontologia difusa, partiu-se das informações sobre os conteúdos do *site*, armazenadas em banco de dados e dos relatórios de vendas para o preenchimento do modelo de pré-requisitos. A Figura 6.9 apresenta uma parte do relatório de vendas fornecido pelo administrador do *site* PLDLivros e a Figura 6.10 apresenta uma parte da tabela de pré-requisitos do *site*.

	Produto Categoria PontencialRecompra ComplexidadeProduto			
Usuário	Agronegócio no Brasil Copos PR: 2 CP: 3	Gerenciamento Agroindustrial Drinks PR: 1 CP: 3	Plano de Produção e Controle Drinks PR: 2 CP: 3	...
1	Sim	Não	Sim	
2	Sim	Sim	Não	
3	Não	Sim	Sim	
4	Não	Sim	Não	...
...	

Figura 6.9. Relatório de vendas do *site* PLDLivros.

Produtos PotencialRecompra ComplexidadeProduto	Grau e Propriedade do Relacionamento	Produtos
Agronegócio no Brasil PR: 2 CP: 3	0.9 - IsAdicional	Gerenciamento Agroindustrial
Gerenciamento Agroindustrial PR: 1 CP: 3	0.85 - IsAdicional	Projeto de Gerenciamento de uma empresa
...

Figura 6.10. Tabela de pré-requisitos do site PLDLivros.

Uma vez definida a tabela de pré-requisitos, o engenheiro de *software* utiliza suas informações para modelar a ontologia difusa. Apresenta-se, na Figura 6.11, um trecho da modelagem da ontologia difusa do site MalibuFestas, com os relacionamentos difusos entre os seus conteúdos.

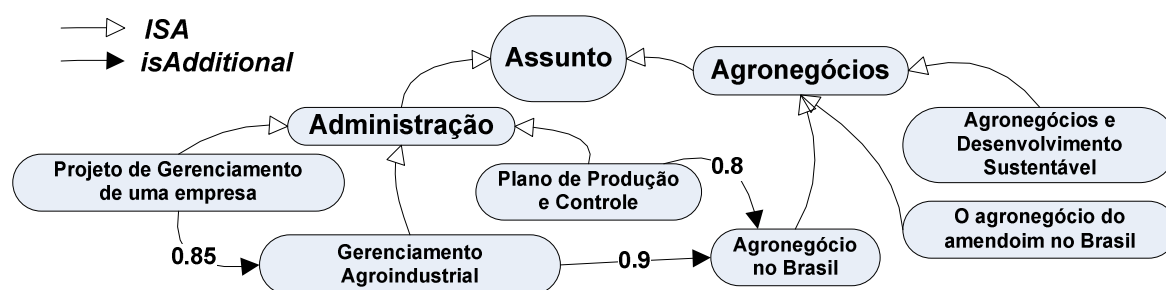


Figura 6.11. Modelo de ontologia difusa dos conteúdos do site PLDLivros.

Nesse modelo, as classes Administração e Agronegócios, subclasses de Assunto, representam uma determinada categoria de produtos do site que têm instâncias que representam seus produtos. A propriedade ISA (é um) representa a taxonomia das classes e instâncias da ontologia difusa. As propriedades *isAdditional* são utilizadas para definir os relacionamentos difusos entre as instâncias. Na Figura 6.12, tem-se a especificação, em OWL-DL, da ontologia da Figura 6.11 fazendo uso dessas meta-tags. Em (A), têm-se as variáveis PotencialRecompra e ComplexidadeProduto do produto Agronegócio no Brasil e os seus relacionamentos definidos pela propriedade *isAdditional*. Em (B), a propriedade *isAdditional* é usada para especificar os graus de

pertinência dos relacionamentos entre Agronegócio no Brasil e Gerenciamento Agroindustrial (0.9).

```

A <Agronegocios rdf:ID="Agronegocio_Brasil">
  <RepurchasePotential rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    Baixo</RepurchasePotential>
  <ProductComplexity rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    Alto</ProductComplexity>
  <isAdditional rdf:resource="#Gerenciamento_Agroindustrial"/>
  <isAdditional rdf:resource="#Plano_Producao_Controlado"/>
</Agronegocios>

B <fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#isAdditional"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#Agronegocio_Brasil"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#Gerenciamento_Agroindustrial"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="xsd:float">0.9</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

```

Figura 6.12. Especificação de ontologia difusa em OWL DL.

6.2.2. Obter informações de acesso ao *site*

Uma vez instalada, a FOIAS passa a coletar as informações de acesso dos usuários ao *site* a serem utilizadas na elaboração dos perfis. Tem-se, como exemplo, que, para determinado usuário foram obtidas as seguintes informações: IdUsuario 1222824598851; data e hora de acesso 28/03/2009 – 14:37; IP 192.168.0.169; e dois acessos ao produto Agronegócio no Brasil (código 726), com tempo total de permanência de 85 segundos.

6.2.3. Tratar Perfis

Prosseguindo, nessa etapa, a FTP processa as informações de acesso ao *site*, com base no algoritmo da Figura 5.6 para a geração da pontuação de preferências do usuário. Por exemplo, para o IdUsuario 1222824598851, foram gerados 7,5 pontos de preferência ao produto Agronegócio no Brasil. Para obter essa pontuação, no algoritmo da Figura 5.6, foram consideradas duas variáveis referentes ao comportamento navegacional do usuário: o número de vezes em que um usuário acessou determinado produto

(NumeroAcessosProduto) e o tempo de acesso a um determinado produto (TempoAcesso). O processo foi aplicado no período de 25 de março a 25 de abril. A Figura 6.13 apresenta uma parte da pesquisa sobre comportamento navegacional dos usuários do *site* PLDLivros.

Livro Agribusiness in Brazil	Numero Acesso Produtos	Tempo Acesso	Efetivação Compras
Usuario 1225823398758	2	39	Sim
Usuario 1234392127621	4	33	Sim
Usuario 1235745241193	3	34	Não
Usuario 1234390157538	1	30	Sim
Usuario 1235666910334	1	22	Não
...
Livro AgroIndustrial Management	Numero Acesso Produtos	Tempo Acesso	Efetivacao Compra
Usuario 1234890385395	5	31	Sim
Usuario 1234390076463	4	34	Sim
Usuario 1233742720626	4	33	Sim
Usuario 1235175547377	2	38	Não
Usuario 1234829252612	2	42	Não
...

Figura 6.13. Comportamento navegacional dos usuários do *site* PLDLivros.

Analisando esses resultados, foi verificado que os usuários que acessaram mais frequentemente os produtos apresentaram um maior interesse, efetivando suas compras. Os usuários que acessaram uma única vez um determinado produto tiveram 23% de compras efetivadas. Usuários que acessaram duas vezes um mesmo produto tiveram 48% de compras efetivadas e usuários que acessaram três ou mais vezes um determinado produto tiveram 59% de compras efetivadas. Embora os números tenham sido mais baixos do que na análise com o *site* MalibuFestas, ainda podemos concluir que as execuções de compras foram mais altas para maiores números de acessos. Dessa forma, a variável que armazena os números de acesso aos produtos

(NumeroAcessoProduto) mostrou ser, novamente, mais relevante do que a variável que armazena tempo total de acesso a um produto.

Uma vez definida a pontuação de acesso do produto Agronegócio no Brasil, a FTP consulta a ontologia difusa do *site* e recupera os produtos relacionados ao produto acessado. Em seguida, conforme o algoritmo da Figura 5.7, elabora-se a lista de produtos relacionados. No caso estudado, na lista de produtos relacionados, tem-se o Gerenciamento Agroindustrial ($\mu = 0,9$, em relação ao Agronegócio no Brasil), cuja **PontuacaoAcesso** é igual a 6,75 ($0,9 * 7,5$ pontos); Plano de Produção e Controle ($\mu=0,8$ em relação ao Agronegócio no Brasil), cuja Pontuação é igual a 6 ($0,8 * 7,5$ pontos). Além do perfil de usuário, os perfis de dispositivo, de rede e de conteúdo são elaborados com base nas informações de acesso do usuário. A Figura 6.14 mostra uma instanciação do padrão AOM para armazenar o perfil de usuário e de dispositivo, identificado como 1222824598851.

Entity		
IdE	IdET	IdEntity
01	01	1222824598851
02	01	1224877375553
03	02	Nokia
04	02	Samsung
...

EntityType	
IdET	Profile
01	PerfilUsuario
02	PerfilDispositivo
03	PerfilRede
04	PerfilConteudo
...	...

Property		
IdEnt	IdPT	Valor
01	02	726
01	04	7,5
01	02	804
...

PropertyType			
IdPT	IdET	Nome	Type
01	01	IdUsuario	int
02	01	CodProduto	int
03	01	Potencial Recompra	int
...

Figura 6.14. Perfis de Usuário e Dispositivo no padrão AOM.

6.2.4. Personalizar Site

Nesta etapa, elabora-se uma lista dos conteúdos mais relevantes ao usuário (ListaRecomendacao) e constrói-se, dinamicamente, a arquitetura da página a ser enviada.

Para a construção da página, são consultados os demais Perfis, dispositivo, rede e conteúdo, relacionados ao usuário, visando às adaptações dos conteúdos. Baseado nos perfis, o *framework* UBICK faz a adaptação do conteúdo personalizado. Dessa forma, a arquitetura do *site* é construída dinamicamente de acordo com os perfis. Por exemplo, a Figura 6.15 mostra a arquitetura da página construída para o usuário com a ListaRecomendacao.



Figura 6.15. Lista de recomendações do site PLDLivros.

6.2.5. Avaliação dos resultados do Processo SADP

A avaliação analisou os resultados do processo SADP com o objetivo de calcular o índice de acertos de suas recomendações. Esse índice foi calculado

com base nos usuários que receberam recomendações e efetivaram compras no *site* PLDLivros. Foram analisados 182 usuários entre o período de 03/04/2009 e 31/04/2009.

O cálculo do índice de acertos das recomendações considera as compras realizadas e os produtos recomendados ao usuário. A Tabela 6.2 lista os produtos recomendados e as efetivações de compras para alguns dos usuários analisados.

Tabela 6.2. Relação entre produtos recomendados e suas efetivações de compras.

Usuários	Total de produtos recomendados	Compras de produtos da recomendação
1225823398758	12	6
1237981758035	12	1
1237940820384	12	10
1237376373005	12	2
1237376473225	12	3
1237376773300	12	6
1237376873322	12	0
...

Com base nessa análise, verificou-se que 78% dos usuários que receberam recomendações, compraram um ou mais produtos que estavam presentes na lista de produtos recomendados pelo processo SADP. Para essa avaliação esses usuários tiveram acesso a todos os produtos disponíveis no *site* além dos produtos recomendados. O *site* PLDLivros disponibiliza 557 produtos, separados em 23 categorias, e o processo SADP apresenta 12 produtos a cada recomendação. A avaliação verificou, para os usuários que receberam recomendações, se os produtos comprados estavam presentes nas recomendações.

Também se verificou que 85% dos produtos dos perfis de usuários que foram comprados receberam pontuações maiores do que os produtos não comprados.

Portanto, pela análise, pode-se de concluir que o processo de personalização proposto recomendou produtos que se enquadraram na maior parte das vezes nos interesses dos usuários, tanto na lista de produtos recomendados quanto na pontuação de produtos de maior interesse. Dessa forma, a implantação do processo no *site* PLDLivros apresentou resultados satisfatórios.

6.3. Conclusão

Foram descritos neste capítulo dois estudos de caso realizados para a avaliação da abordagem proposta. Apresentou-se a utilização de métricas implícitas para análise e obtenção de informações sobre o comportamento navegacional dos usuários em *sites* de comércio eletrônico.

A metodologia de análise e avaliação dos resultados foi o cálculo da porcentagem de acertos na elaboração da lista de recomendação e de suas prioridades.

Outra análise se refere à prioridade das recomendações. Para isso foi analisado se os produtos comprados possuem maior pontuação na lista de recomendações elaborada pelo processo SADP. No caso afirmativo, o processo SADP apresenta resultados satisfatórios na elaboração da lista de prioridades. Essa avaliação foi aplicada em dois *sites* de comércio eletrônico que comercializam produtos com características distintas de complexidade e de potencial de recompra. Essa diferença tornou os resultados das análises mais consistentes.

Foi realizada uma pesquisa (que serviu como base para o algoritmo da figura 5.6) nos dois *sites* citados para analisar o comportamento navegacional do usuário. O objetivo dessa pesquisa é verificar qual variável (NumeroAcessoProdutos e TempoAcesso) é mais relevante para o cálculo da preferência do usuário. Através da análise dos resultados, pode-se concluir que a variável NumeroAcessoProduto possui maior relevância.

O capítulo seguinte apresenta as conclusões obtidas deste trabalho e as apresentações de propostas para trabalhos futuros.

Capítulo 7

Conclusão

Esta dissertação apresentou um processo de personalização e adaptação de conteúdo para *sites* de comércio eletrônico. A descrição desse processo, intitulado SADP (*Site Architecture Driven by Personalization*), foi organizada de forma a apresentar, no Capítulo 3, o apoio computacional para o processo; os trabalhos relacionados, no Capítulo 4; a arquitetura e as formas de uso do processo SADP no Capítulo 5; e, finalmente, no Capítulo 6, um estudo de caso que utiliza o processo em dois *sites* de comércio eletrônico.

O projeto procurou combinar aspectos do comportamento navegacional do usuário com ontologia difusa, para propor um processo que orienta e apóia o desenvolvedor na implementação da personalização e da adaptação em *sites*.

Através dos estudos de caso realizados com o processo SADP, pode-se concluir que a análise do comportamento navegacional dos usuários, combinados com informações dos produtos, contribuiu para melhorar a elaboração do cálculo das preferências dos usuários sobre os conteúdos do *site* em dois aspectos:

- O comportamento navegacional dos usuários varia de acordo com as características dos produtos disponíveis nos *sites*. Dessa forma, concluímos que as informações sobre os produtos do *site* com relação ao potencial de

recompra e à complexidade do produto devem ser consideradas no cálculo das preferências dos usuários.

- O comportamento navegacional do usuário, no processo SADP, envolve o tempo de acesso de um usuário a um produto (**TempoAcesso**) e o número de acessos a um mesmo produto (**NumeroAcessoProduto**). As análises dos resultados da implementação do processo SADP concluíram que a variável **NumeroAcessoProduto** apresentou maior relevância no cálculo das preferências.

A construção do perfil de usuário é realizada através do cálculo das preferências dos produtos acessados ou comprados pelo usuário e da adição de produtos relacionados às suas preferências. Esses relacionamentos estão modelados na ontologia difusa de forma não precisa, utilizando o grau de pertinência. Através dos resultados da aplicação do processo SADP em *sites* de comércio eletrônico, pode-se concluir que o uso da ontologia difusa possibilitou calcular pontuações de forma mais precisa para os produtos adicionados no perfil do usuário em relação ao uso de ontologias tradicionais. Esse fato contribuiu na melhoria da definição das prioridades para as recomendações.

7.1. Contribuições

Ao explorar as idéias, técnicas e apoios computacionais para processos de personalização e de adaptação em *site*, este trabalho contribui para a computação nas seguintes áreas:

- *Um processo de personalização para sites*. Embora já existam diversos processos e técnicas para a personalização de conteúdos em *sites*, o processo proposto se diferencia dos demais porque combina aspectos do

comportamento navegacional com informações sobre os produtos, para a geração dos pontos entre usuários e suas preferências. Outro aspecto que diferencia o processo SADP dos demais é a elaboração dos perfis dos usuários através da ontologia difusa, em que o relacionamento entre os produtos é feito de forma não precisa. Essa imprecisão auxilia o processo SADP em dois aspectos: na adição de produtos pertinentes aos interesses dos usuários em seu perfil; e no cálculo das prioridades para a recomendação;

- *Um processo de adaptação para sites.* O processo SADP se diferencia dos demais porque considera, além das questões de personalização, a adaptação de conteúdos dos *sites*. Dessa forma, o usuário pode receber as recomendações em seus dispositivos com características distintas;

- *Pesquisas sobre o comportamento navegacional do usuário.* Essas pesquisas foram utilizadas para o refinamento do algoritmo utilizado para a geração das preferências dos usuários em relação aos produtos acessados e comprados. A pesquisa foi utilizada, também, para verificar quais variáveis pertinentes ao comportamento navegacional possui maior relevância.

- *Obtenção implícita de informações de acesso e de navegação.* A ferramenta FOIAS, que visa a obter informações de acesso e de navegação dos usuários de forma implícita, pode ser reutilizada na implementação de aplicações para recomendação e adaptação de conteúdo.

7.2. Trabalhos Futuros

A personalização de *sites* é uma área complexa e envolve várias tecnologias. Desse modo, ainda existem muitos aspectos a serem aprimorados para o processo SADP.

Para o desenvolvimento da ontologia difusa do domínio do *site*, existem algumas pesquisas em andamento com o objetivo de adaptar ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de ontologias tradicionais no desenvolvimento de ontologias difusas. Embora essas pesquisas estejam em andamento, ainda não existem resultados satisfatórios.

Para o processo SADP, recomendam-se as seguintes melhorias: aprimorar o algoritmo para o cálculo das preferências dos usuários através de análises dos comportamentos navegacionais em *sites* comerciais; aprimorar a ferramenta para a obtenção de informações de acesso ao *site* (FOIAS) estudando novas informações. Outro ponto que pode ser aprimorado na FOIAS seria a inclusão de outras formas de obtenção de informações, como: registro de acesso, que permitiria a aquisição de informações mais detalhadas dos acessos dos usuários; inclusão de serviços para a personalização de *sites*, assim como: envio de *email* aos usuários com recomendações, gerência da pós-venda, entre outros; realização de pesquisas envolvendo o hábito de consumo dos usuários. Essa pesquisa poderia ter o intuito de analisar a relevância do comportamento com relação aos produtos mais frequentes acessados para os cálculos das preferências dos usuários.

Finalmente, o processo SADP poderia ser utilizado em outros domínios, como na área da educação, estudando formas de incluí-lo em *softwares* de educação eletrônica, como o TIDIA e SAKAI.

Referências

- Aroyo, L., et al. Ontology-based personalization in user adaptive systems. 2nd International Workshop on Web Personalization, Recommender Systems and Intelligent User Interfaces(WPRSIUI'06), 2006.
- Beck, A. e Hofmann, M. Example Services for Network Edge Proxies. Web Draft. <http://standards.nortelnetworks.com/opes/non-wg.htm>, 2000.
- Bellifemine, F., Caire, G., Poggi, A. e Rimassa, G. JADE: A software framework for developing multi-agent applications. Lessons learned" Information and Software Technology, vol. 50, no. 1-2, pp. 10-21, 2008.
- Belvin, N. J. e CROFT, W. B. Information Filtering and Information Retrieval: two sides of the same coin?. Communications of the ACM, v.35, n.12, December, p.29, 1992.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. The Semantic Web. Scientific American, vol. 5, no. 17, pp. 35-43, 2001.
- Brusilovsky, P. User Modeling and User Adapted Interaction. Adaptive Hypermedia v.11, p.87-110, 2001.
- Buchholz S. e Schill A. Adaptation-aware Web caching: Caching in the future Pervasive Web. Anais da 13th GI/ITG Conference Kommunikation in verteilten Systemen, 2003.
- Carroll, J. J. et al. Jena: implementing the semantic web recommendations. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, New York, NY, USA. p. 74-83, 2004.
- De-Bra, P. *et al.* Making General-Purpose Adaptive Hypermedia Work. In: WebNet. Pág. 117-123, 2000.
- Dey, A. Personal and Ubiquitous Computing Journal. Volume 5 (1), pp. 4-7, 2001.
- Dobson, S. et al. A Survey of Autonomic Communications. ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems, vol. 1, no. 2, pp. 223-259, 2006.
- Dubois, D.; PRADE, H. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications. 1st. ed. New York: Academic Press, 1980.
- Ehler, P.A.M. Intelligent user interfaces: introduction and survey. Research Report DKS03-01, ICE 01, Delft University of Technology, The Netherlands, 2003.

- Fikes, R.; Haysb, P.; Horrocks, I. OWL-QL. A language for deductive query answering on the Semantic Web. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, v. 2, n. 1, p. 19-29, 2004.
- Forte, M., Souza, W.L. e Prado, A.F. Utilizando ontologias e serviços Web na computação ubíqua. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pp. 287- 302, 2006.
- Gamma E., Helm R., Johnson R. e Vlissides J .*Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, 1995.
- Garrett, and Jesse James. *AJAX: A New Approach to Web Applications. Adaptive Path*. San Francisco, USA, 2005.
- Gotardo, R.A.G ; TEIXEIRA, C. A. C. ; ZORZO, S. D. An Approach to Recommender System Applying Usage Mining to Predict Users' Interests. (to appear in July 2008). In: 15th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, Bratislava-Slovak Republic. *Proceedings*, 2008. v. 1. p. 1-4, 2008.
- Gruber, T. R. A. Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.
- Hansmann, U., Merk, L., Nicklous, M.S., Stober, T. *Pervasive Computing Handbook*, Ed. Springer, 409 pags, 2001.
- Hansmann, U. et al. *Pervasive Computing*, Springer-Verlag, Second Edition, 2003.
- Hepp, M. Semantic Web and Semantic Web Services: Father and Son or Indivisible Twins?. *IEEE Internet Computing*, vol. 10, no 2, pp. 85–88, 2006.
- Horrocks, I. et al. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, DAML, <<http://www.daml.org/2003/11/swrl/>>, 2003.
- Jin, X., Zhou, Y., Mobasher, B. Task-Oriented Web User Modeling for Recommendation. *Proceedings of the 10th International Conference on User Modeling (UM'05)* Edinburgh, Scotland, July, 2005.
- Jorg P. Muller .*Architectures and applications of intelligent agents: A survey*, *The Knowledge Engineering Review*, no. 4, vol. 13, pp. 353-380, 1999.
- Maybury, M.T. Intelligent user interfaces for all. in *User interfaces for all: concepts, methods, and tools.*, Stephanidis, C. (editor), Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, Maway, NJ, USA, 2001.
- Mindswap. OWL-S. API Disponível em <<http://www.mindswap.org/2004/owl-s/index.shtml>> Último acesso em Fevereiro, 2008.

- Mobascher B. and Daí, H. Integrating Semantic Knowledge with Web Usage Mining for Personalization. *In Web Mining: Applications and Techniques*. San Jose, California, 2005.
- Montaner, M et al. A Taxonomy of Recommender Agents on the Internet. *Artificial Intelligence Review*. Netherlands : Kluwer Academic Publishers, pp. 285-330, Aug, 2003.
- Nardi, D.; Brachman, R. J. An Introduction to Description Logics. In: Baader, F. et al. *The Description Logic Handbook*. New York: Cambridge University Press, p. 5-44, 2003.
- Omg. Unified Modeling Language (UML). Specification, Version 2.1.1, Object Management Group, 2004.
- Palazzo J.M., Rigo S.J. Aquisição automática de classes de usuários integrando mineração de uso da Web e ontologias. *Workshop em Algoritmos e Aplicações de Mineração de Dados, WAAMD, SBBD/SBES, 2006*.
- Reategui, E. B. *et al.* Personalização de Páginas Web através dos Sistemas de Recomendação. *In: Tópico em Sistemas Interativos e Colaborativos*. São Carlos, anais do XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, pp. 287- 302, 2006.
- Resnick, P. e Varian, H. R. Recommender Systems. *Communications of the ACM*, v.40, March, p.55-58, *Recommender Systems and Intelligent User Interfaces (WPRSIUI'06)*, 1997.
- Rigo S.J., Palazzo J.M.. Personalização de sítios Web integrando mineração de uso e ontologias de domínio. *Webmedia, Gramado - RS – Brazil, 2007*.
- Ross, D. Structured Analysis: A Language for Communicating Ideas. *IEEE Transactions on Software Engineering* 3(1), Special Issue on Requirements Analysis, January 16-34, 1977.
- Santana, L. H. Z. Martins, D.S. ; Perlin, C. B. ; Prado, A. F. ; Souza, W.L.; Biajiz, M. Adaptação de Páginas Web para Dispositivos Móveis. *In: Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia), 2007, Gramado. Anais do Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web. Gramado, v. 1. p. 1-8, 2007a*.
- Santana, L.H.Z; Prado, A.F.; Souza, W.L.; Biajiz, M. Usando Ontologias, Serviços Web Semânticos e Agentes Móveis no Desenvolvimento Baseado em Componentes. *Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reuso de Software*, pp. 163-176, 2007b.
- Santana, L. H. Z. ADeSCoU: Uma Abordagem Para o Desenvolvimento De Software na Computação Ubíqua. 109 f. dissertação (mestrado em ciência

da computação), Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008c.

Smith, M. K.; Welty, C.; McGuinness, D. L. OWL Web Ontology Language Guide. W3C Proposed Recommendation, 2003.

Straccia, U. A Fuzzy Description Logic for the Semantic Web. *Fuzzy Logic and the Semantic Web*. Elsevier, p. 73-90, 2006.

Stumme, G., Berendt, B., Hotho, A. Usage Mining for and on the Semantic Web. *Next Generation Data Mining. Proc. NSF Workshop*, Baltimore, Nov, 77-86, 2002.

Uschold, M.; Gruninger, M. Ontologies and Semantics for Seamless Connectivity. *SIGMOD Record*, v. 33, n. 4, p. 58-64, 2004.

Vieira, T., P., et al. SSDM : A semantically similar data mining algorithm. *XX Brazilian Symposium on Database - Uberlândia, MG, Brasil*, 2005.

Weiser, M. The Computer for the Twenty-First Century. *Scientific American*, vol. 265, no. 3, pp. 94-104, 1991.

Yaguinuma, C. A. Sistema FOQuE para Expansão Semântica de Consultas Baseada em Ontologias Difusas. 111 f. dissertação (mestrado em ciência da computação), Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007a.

Yaguinuma, C. A.; Santos, M. T. P.; Biajiz, M. Meta-ontologia Difusa para representação de Informações Imprecisas em Ontologias. *II Workshop on Ontologies and Metamodeling in Software and Data Engineering*, 2007, João Pessoa (PB), p. 57-67, 2007b.

Yao, H. e Eitzkorn, L. Towards A Semantic-based Approach for Software Reusable Component Classification and Retrieval. *Anais do 42nd annual Southeast regional conference ACM-SE 42*, pp. 110 – 115, 2004.

Yoder, J. et al. Architecture and Design of Adaptive Object-Models. *Proceedings of the ACM SIGPLAN Conference on Object Oriented Programming, Systems, Languages and Applications*, Tampa, Florida, USA, 2001.

Zadeh, L. Fuzzy Sets. *Fuzzy sets and applications: Selected Papers by L.A. Zadeh*, pages 29–44. Wiley-Interscience, New York, USA, 1987.

Publicações

A partir da pesquisa apresentada nessa dissertação, foram publicados os seguintes artigos em eventos internacionais:

BLANCO, J.; PRADO, A. F. D. (2009) “Sadp: Site architecture driven by personalization”. In: IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing (CEC), pages 301–306.

BLANCO, J.; PRADO, A. F. D. (2009) “Site personalization process based on navigational behavior and fuzzy ontology”. In: IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems, IADIS, pages 97–104.

Apêndice A

1. Relatório de vendas do *site*

Informações do Relatório:

- Listagem de produtos e classes
- Informações sobre o potencial de recompra (PotencialRecompra) e complexidade do (ComplexidadeProduto) dos produtos do *site*.
- Listagem de clientes e suas respectivas compras

Modelo Genérico

Legenda da Listagem:	PotencialRecompra: PR
	ComplexidadeProduto: CP
	Bool representa Sim ou Não

Usuário	Produto1 CategoriaX PR: valor CP: valor	Produto2 CategoriaY PR: valor CP: valor	Produto3 CategoriaX PR: valor CP: valor	Produto4 CategoriaZ PR: valor CP: valor	Produto5 CategoriaX PR: valor CP: valor	Produto6 CategoriaX PR: valor CP: valor	Produto7 CategoriaX PR: valor CP: valor	...
1	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
2	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
3	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
4	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	...
5	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
6	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
7	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
8	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
9	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	
10	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	Bool	

1.1. Exemplo de Relatório

Domínio utilizado: Produtos para artigos de festa.

Categoria Principal: Anos60.

Os produtos e categorias estão formatados dessa forma:	Produto - Categoria
Legenda da Listagem:	PotencialRecompra: PR
	ComplexidadeProduto: CP

Usuário	CALICE - Copos PR: 2 CP: 1	Mexedor de Drink de Luxo - Drinks PR: 2 CP: 1	Mexedor de Drink tropical - Drinks PR: 2 CP: 1	Pega Petiscos - Drinks PR: 2 CP: 1	Caneca de Chopp Pisca - Copos PR: 2 CP: 1	Caneca de Chopp Grande - Copos PR: 1 CP: 1	Mini Copo Pisca - Drinks PR: 2 CP: 1	...
1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	
2	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	
3	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	
4	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	...
5	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	
6	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	
7	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	
8	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	
9	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	
10	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	

2. Tabela de Pré-Requisitos Para Construção da Ontologia Difusa

Informações do Modelo:

- Listagem de produtos e classes
- Listagem de relacionamento entre os produtos

Listagem de produtos e suas classes:

Produtos	Classes
Produto1	ClasseX
Produto2	ClasseY
...	...

Listagem de relacionamentos entre os produtos

Produtos e classes:

Produtos	Grau e Propriedade do Relacionamento	Produtos
Produto1	Valor - Propriedade	Produto2
...

Exemplo da Tabela de Pré-Requisitos para construção da Ontologia Difusa

Domínio utilizado: Produtos para artigos de festa

Categoria Principal: Anos60

Listagem de produtos e suas classes:

Produtos	Classes
Cálice	Copos
Mexedor_Drink_Luxo	Drinks
Pega_Petiscos	Drinks
Mexedor_Drink_Tropical	Drinks
Caneca_Chop_Pisca	Copos
Caneca_Chop_grande	Copos
...	...

Listagem de relacionamentos entre os produtos

Produtos e classes:

Produtos PotencialRecompra ComplexidadeProduto	Grau e Propriedade do Relacionamento	Produtos
Cálice PR: 2 CP: 1	0.9 - IsAdicional	Mexedor_Drink_Luxo
Mexedor_Drink_Luxo PR: 2 CP: 1	0.85 - IsAdicional	Mexedor_Drink_Tropical
Pega_Petiscos PR: 2 CP: 1	0.8 - IsAdicional	Calice
Mexedor_Drink_Tropical PR: 2 CP: 1	0.70 - IsAdicional	Pega_Petiscos
Caneca_Chop_Pisca PR: 2 CP: 1	0.95 - IsAdicional	Caneca_Chop_grande
Caneca_Chop_grande PR: 1 CP: 1	0.60 - IsAdicional	Calice
...

3. Configuração do processo SADP no site

A configuração e instalação do processo SADP consiste em duas etapas. A primeira etapa consiste em configurar o processo SADP no *site* que será personalizado e adaptado. A segunda consiste em instalar e configurar no servidor o processo SADP. A seguir serão apresentados os detalhes da configuração e instalação do processo SADP.

3.1. Configuração da FOIAS (Ferramenta para Obtenção de Informações de Acesso ao Site)

Para essa instalação inicialmente é adicionada nas páginas do *site* uma referência a um script remoto, que utiliza a tecnologia AJAX. O nome do arquivo que contém o script remoto é FerPersonalizarSite.js. Esse arquivo fica no servidor que o processo SADP foi instalado, portanto para fazer a referência é necessário adicionar antes do nome do arquivo o endereço IP do servidor do SADP. A seguir é apresentado o script que deverá ser adicionada em todas as páginas que o FOIAS deverá realizar a obtenção de informações de acesso e navegação do usuário.

```
<script language="javascript" type="text/javascript"
src="http://localhost/FerPersonalizarSite.js">
</script>
```

No script acima na tag src o endereço local localhost deverá ser substituído pelo IP do servidor do processo SADP.

3.2. Configuração da FPS (Ferramenta Personalizar Site).

Para a instalação da FPS inicialmente o engenheiro de software seleciona quais as páginas do *site* serão personalizadas e adaptadas. Após a seleção é adicionado às páginas o elemento DIV identificado como atualiza. DIV é um elemento do HTML utilizado para exibir resultados dos processamentos nos servidores em seções de páginas que utiliza a tecnologia AJAX. A seguir é apresentado o elemento DIV utilizado para receber as recomendações e adaptações promovidas pelo processo SADP.

```
<div id="atualiza"></div>
```

O elemento DIV pode ser adicionado em qualquer lugar dentro da tag body do HTML. O engenheiro de software deverá especificar qual o tamanho e a posição da seção que deverá receber as recomendações e adaptações.

Apêndice B

Exemplo de Ontologia Difusa em OWL-DL para o domínio de artigos para festa

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <ENTITY fuz 'http://www.owl-ontologies.com/fuzzyOntology.owl#'>
  <ENTITY rdf 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'>
  <ENTITY rdfs 'http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#'>
  <ENTITY xsd 'http://www.w3.org/2001/XMLSchema#'>
  <ENTITY owl 'http://www.w3.org/2002/07/owl#' >
]>

<rdf:RDF
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/supermercado.owl#"
  xmlns:rdf="&rdf;"
  xmlns:xsd="&xsd;"
  xmlns:rdfs="&rdfs;"
  xmlns:owl="&owl;"
  xmlns:fuz="&fuz;"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/supermercado.owl">

  <!-- Importing concepts from fuzzyOntology.owl – Meta-Ontologia Difusa OWL-DL-->

  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/fuzzyOntology.owl"/>
  </owl:Ontology>

  <!-- ===== Definindo as classes da ontologia ===== -->

  <!-- Product class and its subclasses -->
  <owl:Class rdf:ID="Produtos">
    <rdfs:label>produto</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="Anos60">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Produtos"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#FuzzyConcept"/>
    <rdfs:label>Anos 60</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="CARNAVAL">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Produtos"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#FuzzyConcept"/>
    <rdfs:label>Carnaval</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="COPOS-GELO">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Anos60"/>
    <rdfs:label>Copos de Gelo</rdfs:label>
    <rdfs:label>Copos Gelo</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="DRINKS">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Anos60"/>
    <rdfs:label>Drinks</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="CHAPEUS_OCULOS">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Anos60"/>
    <rdfs:label>Drinks</rdfs:label>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="COLAR_SAIA_HAVIANO">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CARNAVAL"/>

```

```

        <rdfs:label>COLAR_SAIA_HAVIANO</rdfs:label>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="CONFETE_LANCA_CONFETE_SERPENTINA_TINTAS_SPRAY">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CARNAVAL"/>
        <rdfs:label>CONFETE_LANCA_CONFETE_SERPENTINA_TINTAS_SPRAY</rdfs:label>
    </owl:Class>

    <owl:Class rdf:ID="PERUCA_POMPOM_METALOIDE">
        <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CARNAVAL"/>
        <rdfs:label>PERUCA_POMPOM_METALOIDE</rdfs:label>
    </owl:Class>

<!-- ===== Definindo as instâncias das classes ===== -->

<!-- =====INICIO DE CLASSE COPOS/GELO ===== -->

    <DRINKS rdf:ID="CALICE">
        <rdfs:label>Cálice</rdfs:label>
        <rdfs:label>967</rdfs:label>

        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_TROPICAL"/>
        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CANUDOS_FLEXIVEIS"/>
        <ComplexidadeProduto rdf:datatype="xsd:string">BAIXO</ComplexidadeProduto>
        <PotencialRecompra rdf:datatype="xsd:string">ALTO</PotencialRecompra>

    </DRINKS>

    <fuz:FuzzyRelationMembership>
        <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
        <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#CALICE"/>
        <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#GELO_PISCA"/>
        <fuz:membershipDegree rdf:datatype="xsd:float">0.85</fuz:membershipDegree>
    </fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA -->

    <DRINKS rdf:ID="COPO_PISCA_GRANDE">
        <rdfs:label>COPO PISCA GRANDE</rdfs:label>
        <rdfs:label>734</rdfs:label>

        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_TROPICAL"/>
        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CANUDOS_FLEXIVEIS"/>
        <ComplexidadeProduto rdf:datatype="xsd:string">BAIXO</ComplexidadeProduto>
        <PotencialRecompra rdf:datatype="xsd:string">ALTO</PotencialRecompra>

    </DRINKS>

    <fuz:FuzzyRelationMembership>
        <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
        <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#COPO_PISCA_GRANDE"/>
        <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_TROPICAL"/>
        <fuz:membershipDegree rdf:datatype="xsd:float">0.9</fuz:membershipDegree>
    </fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- __DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA__ -->

    <DRINKS rdf:ID="MINI_COPO_PISCA">
        <rdfs:label>MINI COPO PISCA</rdfs:label>
        <rdfs:label>735</rdfs:label>
        <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#COPO_PISCA_GRANDE"/>
    </DRINKS>

    <fuz:FuzzyRelationMembership>
        <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
        <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MINI_COPO_PISCA"/>
        <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#COPO_PISCA_GRANDE"/>
        <fuz:membershipDegree rdf:datatype="xsd:float">0.85</fuz:membershipDegree>
    </fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

<!-- ____DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA____ -->

```

```

<DRINKS rdf:ID="TACA">
  <rdfs:label>TAÇA</rdfs:label>
  <rdfs:label>966</rdfs:label>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
</DRINKS>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#TACA"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.80</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

  <fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#TACA"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.75</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

<!-- __DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA__ -->

<DRINKS rdf:ID="CANECA_CHOPP_PISCA">
  <rdfs:label>CANECA CHOPP PISCA</rdfs:label>
  <rdfs:label>736</rdfs:label>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#GELO_PISCA"/>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#MINI_COPO_PISCA"/>
</DRINKS>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#CANECA_CHOPP_PISCA"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#GELO_PISCA"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.45</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

  <fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#CANECA_CHOPP_PISCA"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#MINI_COPO_PISCA"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.55</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

<!-- _____DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA_____ -->
<DRINKS rdf:ID="GELO_PISCA">
  <rdfs:label>Gelo Pisca</rdfs:label>
  <rdfs:label>737</rdfs:label>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CALICE"/>
</DRINKS>

  <fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#GELO_PISCA"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#COPO_PISCA_GRANDE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.55</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>
<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

<!-- =====INICIO DE CLASSE DRINKS ===== -->
<!-- =====INICIO DE CLASSE DRINKS ===== -->

<!-- _____DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA_____ -->

<DRINKS rdf:ID="MEXEDOR_DE_DRINK_TROPICAL">
  <rdfs:label>Mexedor De Drink Tropical</rdfs:label>
  <rdfs:label>848</rdfs:label>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CALICE"/>
</DRINKS>

```

```

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_TROPICAL"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.65</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

<!-- ____DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA ____-->

<DRINKS rdf:ID="MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO">
  <rdfs:label>MEXEDOR DE DRINK DE LUXO</rdfs:label>
  <rdfs:label>721</rdfs:label>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CALICE"/>
</DRINKS>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.75</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#COPO_PISCA_GRANDE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.95</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

<DRINKS rdf:ID="CANUDOS_FLEXIVEIS">
  <rdfs:label>Canudos Flexíveis</rdfs:label>
  <rdfs:label>863</rdfs:label>
</DRINKS>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#CANUDOS_FLEXIVEIS"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.45</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MEXEDOR_DE_DRINK_LUXO"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#CANUDOS_FLEXIVEIS"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.55</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- ____DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA ____-->

<DRINKS rdf:ID="MEXEDOR_DRINK_C_LUZ">
  <rdfs:label>MEXEDOR DRINK C/ LUZ</rdfs:label>
  <rdfs:label>731</rdfs:label>
  <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#CALICE"/>
</DRINKS>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MEXEDOR_DRINK_C_LUZ"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#CALICE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.65</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<fuz:FuzzyRelationMembership>
  <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz;similarTo_directly"/>
  <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#MEXEDOR_DRINK_C_LUZ"/>
  <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#COPO_PISCA_GRANDE"/>
  <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.85</fuz:membershipDegree>
</fuz:FuzzyRelationMembership>

<!-- _____ FIM DE DECLARAÇÃO _____ -->

```



```
<!-- =====INICIO DE CLASSE CHAPÉUS/CARTOLAS ===== -->
<!-- =====INICIO DE CLASSE CHAPÉUS/CARTOLAS ===== -->

<!-- __DECLARAÇÃO DE INSTÂNCIAS (PRODUTOS) E SEUS RESPECTIVOS GRAUS DE PERTINÊNCIA__ -->

  <CHAPEUS_OCULOS rdf:ID="BONE">
    <rdfs:label>BONÉ</rdfs:label>
    <rdfs:label>970</rdfs:label>
    <fuz:similarTo_directly rdf:resource="#BONE_COM_TRANCA"/>
  </CHAPEUS_OCULOS>

  <fuz:FuzzyRelationMembership>
    <fuz:fuzzyRelationProp rdf:resource="#fuz:similarTo_directly"/>
    <fuz:fuzzyRelationDomain rdf:resource="#BONE"/>
    <fuz:fuzzyRelationRange rdf:resource="#BONE_COM_TRANCA"/>
    <fuz:membershipDegree rdf:datatype="&xsd;float">0.85</fuz:membershipDegree>
  </fuz:FuzzyRelationMembership>

</rdf:RDF>
```