



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

---

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Wellington Rocha Santos

## **DEFINIÇÃO DO MÓDULO DE ADAPTAÇÃO PARA RECOMENDAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO KONNEN**

Palmas - TO  
2013



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Wellington Rocha Santos

## **DEFINIÇÃO DO MÓDULO DE ADAPTAÇÃO PARA RECOMENDAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO KONNEN**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Sistemas de Informação, orientado pelo Professor Mestre Fabiano Fagundes.

Palmas - TO  
2013



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

**WELLINGTON ROCHA SANTOS**

## **DEFINIÇÃO DO MÓDULO DE ADAPTAÇÃO PARA RECOMENDAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO KONNEN**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Sistemas de Informação, orientado pelo Professor Mestre Fabiano Fagundes.

Aprovada em Junho de 2013.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. M.Sc. Fabiano Fagundes  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc. Jackson Gomes de Sousa  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc. Parcilene Fernandes de Brito  
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO  
2013

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, razão de minha existência. E também a todos os envolvidos de forma direta ou indireta no processo de execução deste projeto, principalmente à minha família.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo fôlego de vida, pela misericórdia e Graça. Único, presente em todos os momentos de minha existência. Dedico a ele minhas premissas, louvor e adoração.

Agradeço à minha família, meus pais Cleomar e Luzerli, por me ensinarem o real valor das conquistas. Reconheço os sacrifícios feitos para me oferecerem sempre o melhor possível. Aos meus irmãos Ueberson e Wesley pelo apoio e por compreenderem minha ausência em muitos momentos.

Agradeço também, aos meus tios e pastores Welington e Ivonete, pelo indispensável apoio, pela paciência, pelos conselhos, por serem minha família em Palmas. Aos pequenos e amados primos: Sarah, Isabela e Samuel por serem muitas vezes o motivo de meus sorrisos em momentos de dificuldade. A alegria de vocês é contagiante! Agradeço por me compreenderem nos momentos mais difíceis. Somente Deus pode recompensar essa família.

Quero também, agradecer aos meus professores, que de forma ímpar conduziram meu processo de aprendizagem. Processo este que, muitas vezes parecia nebuloso, como na primeira aula de Algoritmos I ou nas aulas de Lógica de Predicados. As dificuldades foram superadas graças principalmente à eficiência/eficácia dos mestres que as conduziam. O processo da descoberta é sem dúvida fascinante. Por isso, agradeço aos meus professores: Parcilene, Cristina, Madianita, Fernando, Fabiano, Edeilson e Jackson, que sempre foram além dos planos de ensino e instigaram minha percepção e curiosidade. Gostaria de agradecer especialmente aos que pacientemente me orientaram: Fabiano (Programa de Iniciação Científica e TCC II), Cristina (Estágio), Edeilson (TCC I). A todos vocês, meus professores, muito obrigado!

Além disso, quero agradecer aos meus notáveis amigos e colegas de faculdade, que, tornaram esta etapa um pouco mais divertida, a todos vocês, muito obrigado, pelas manhãs/tardes/noites/madrugadas de incansáveis estudos. Eu tenho orgulho de vocês!

Finalmente gostaria de agradecer às pessoas que sempre me apoiaram e incentivaram para conclusão deste trabalho: Ercília Sena, também a toda congregação da Assembleia de Deus Madureira – 605 Sul, Especialmente ao Grupo de Jovens. Obrigado pela cobertura espiritual.

Para finalizar, gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para conclusão do meu trabalho. Deus abençoe a vida de vocês.

## RESUMO

Os Sistemas de Hiper m dia Adaptativa (SHA) objetivam proporcionar um processo de adaptação que esteja de acordo com as necessidades e preferências dos usuários. Para tanto,   necessária a definição de modelos que, através de técnicas e métodos, consigam representar o usuário e o contexto da aplicação. Atualmente existem diversos modelos de referência que representam os elementos necessários para a definição de um modelo de adaptação. Estes modelos de referência são compostos por: modelo de usuário, responsável por descrever o usuário do sistema; modelo de domínio, responsável por descrever o domínio de adaptação; modelo de adaptação, responsável por descrever as regras de adaptação. Juntos, estes modelos formam o SHA. Este trabalho tem o objetivo de definir um módulo de adaptação para recomendação de artigos científicos na rede KONNEN. Esta rede é voltada para o meio acad mico do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), e está em processo de desenvolvimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hiper m dia Adaptativa; KONNEN; Modelo de Referência.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Hipermissão (PALAZZO, 2000, p. 14, Adaptada). .....	15
Figura 2 - Representação dos elementos que compõem o Processo de Análise do Usuário....	18
Figura 3 - Rede de Casualidade (MARQUES e DULTRA, 2003, p.3).....	20
Figura 4 - Representação Do <i>Domínio 1</i> (MARQUES e DULTRA, 2003, p. 7).....	21
Figura 5 - Rede Bayesiana para o <i>Domínio 1</i> (MARQUES e DULTRA, 2003, p. 8).....	22
Figura 6 - Representação da utilização de RB em SHA.....	23
Figura 7 – Processo KDD (FAYYAD et al, 1996 apud STEINER 2006) .....	24
Figura 8 - Representação do Processo de Utilização de Agentes Inteligentes.....	26
Figura 9 - Representação da Utilização de Multi Agentes.....	27
Figura 10 - Representação do Método de Estereótipo.....	29
Figura 11 - Representação de uma Estrutura de Nível 1 (Conceito do Domínio).....	32
Figura 12 - Representação do Nível de Estrutura 2 (Rede Semântica). .....	33
Figura 13 - Representação de Nível 3 (Frames).....	34
Figura 14 - Representação do Modelo de Adaptação.....	36
Figura 15 - Camadas do Modelo Dexter (KOCH, 2000, p. 65). .....	44
Figura 16 - Exemplo das três camadas do modelo Dexter (Halasz; Schwartz, 1990, p. 7).....	45
Figura 17 - Camada de armazenamento Dexter - Diagrama UML (KOCH, 2000, p. 67). .....	46
Figura 18 - Modelo AHAM (De Bra, Houben e Wu, 1998, p. 3) .....	48
Figura 19 - Armazenamento/Camada de Execução - AHAM (KOCH, 2000, p. 69).....	49
Figura 20 - Representação do Modelo Munich (KOCH; WIRSING, 2002, p. 3).....	51
Figura 21 - Modelo de Domínio do Munich (KOCH; WIRSING, 2002, p. 4). .....	53
Figura 22 - Modelo Usuário do Munich (KOCH, 2002, p. 93).....	54
Figura 23 - Modelo de Adaptação do Munich (KOCH, 2002, p. 95).....	55
Figura 24 - Processo de Desenvolvimento da Monografia.....	58

Figura 25 - Estrutura de Camadas do Munich - especificações .....	60
Figura 26 - Arquitetura KONNEN – Aplicativos (SOUZA ET al, 2012).....	61
Figura 27 - Camada de Armazenamento Modelo Munich. ....	63
Figura 28 - Especificações do Meta-Modelo de Domínio nos Resultados.....	64
Figura 29 - Modelo de Domínio – Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos ....	65
Figura 30 - Modelo de Usuário - Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos.....	68
Figura 31 - Especificação da Tecnologia de Adaptação Utilizada no Projeto. ....	71
Figura 32 - Modelo de Adaptação - Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos ..	73
Figura 33 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 1 .....	74
Figura 34 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 2.....	74
Figura 35 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 3 .....	75
Figura 36 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 4.....	75
Figura 37 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 5.....	76
Figura 38 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 6.....	77
Figura 39 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 7.....	77
Figura 40 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 8.....	78
Figura 41 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 9.....	78
Figura 42 - Visão do Fluxo de Adaptação.....	79
Figura 43 - Estrutura de Contexto do Módulo de Adaptação no KONNEN.....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS

HA – HIPERMÍDIA ADAPTATIVA

SHA – SISTEMA DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA

MU – MODELO DE USUÁRIO

RB – REDES BAYESIANAS

ME – MODELO ESTEREÓTIPO

MD – MODELO DE DOMÍNIO

MA – MODELO DE ADAPTAÇÃO

NA – NAVEGAÇÃO ADAPTATIVA

AHAM - *Adaptive Hypermedia Application Model*

KDD - *Knowledge Discovery in Databases*

DM - *Data Mining*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Hipermídia Adaptativa (HA) .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA) .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1 Modelagem de Usuário (MU) .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.3 Modelagem de Domínio (MD).....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.4 Modelagem de Adaptação (MA) .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Modelos de Referência para SHA.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3.1 Modelo Dexter .....</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2 Modelo AHAM .....</b>	<b>47</b>
<b>2.3.3 Modelo Munich.....</b>	<b>50</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>57</b>
<b>3.1 Local e Período .....</b>	<b>57</b>
<b>3.2 Materiais .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Metodologia.....</b>	<b>57</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1 Rede KONNEN.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2 Camada de Armazenamento .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.1 Modelo de Domínio KONNEN (MD) .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.2 Modelo de Usuário KONNEN (MU).....</b>	<b>67</b>
<b>4.2.3 Modelo de Adaptação KONNEN (MA).....</b>	<b>70</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>80</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o estudo sobre a Interação Homem-Computador vem se tornando algo primordial no desenvolvimento de projetos centrados em usuários. Conceitos como usabilidade e acessibilidade se tornaram essenciais para atender às expectativas de clientes cada vez mais exigentes.

A expansão da Web trouxe consigo a evolução de vários conceitos para tratar a interação do usuário com os sistemas. Dentre esses conceitos podem-se citar Redes Sociais, Aprendizagem Colaborativa, Sistemas Tutores Inteligentes, Mineração de Dados e Agentes Inteligentes. Houve um crescimento significativo nas fontes de informações na internet, e a cada dia continuam crescendo exponencialmente. Alkan (2011, p.1, tradução nossa) explica que em tal situação existe a necessidade de gerir essas informações para o grande número de usuários.

De acordo com Aragão (2004, p. 14), a Web que possui uma característica “aberta e distribuída e que, aliada a uma crescente expansão, fez com que uma grande quantidade e diversidade de informações fossem disponibilizadas, aumentando a possibilidade de um usuário perder-se no espaço de navegação”. Isso fez surgir a necessidade de proporcionar formas de interação cada vez mais eficientes na manipulação dos elementos que compõem a Web, como hipertextos e hipermídia. Devido principalmente a essa grande quantidade de informação, o usuário pode se perder no hiperespaço, sendo assim, os Sistemas de Hipermídia Adaptativa tentam resolver estes problemas, direcionando a informação para o usuário.

Netto (2006, p. 2) apresenta dois problemas clássicos de sistemas hipermídia, como a Web:

- Desorientação: é a sensação de sentir-se perdido no hiperespaço, ou seja, o usuário não se sente seguro de onde está, em relação às outras partes do sistema, ou não é capaz de encontrar a informação desejada;
- Sobrecarga cognitiva: a necessidade de acompanhar a navegação acarreta uma carga cognitiva adicional, podendo significar que alguma capacidade de processamento de informação é desviada para a tarefa de tomada de decisão. Ou seja, durante o processo de navegação o usuário pode se distrair com determinadas informações que não fazem parte do escopo de informações relevantes. Podendo perder-se no espaço de navegação ou se desviar do objetivo principal.

Para solucionar esses problemas que tornam a navegação na Web tão confusa e incerta para o usuário, surgiu o conceito de Hipermissão Adaptativa. Tornar algo adaptável em um sistema é necessariamente levar em consideração as características gerais e específicas do usuário.

Em um processo de adaptação geralmente são consideradas a utilização de interfaces orientadas a um modelo de usuário e modelo de domínio, sendo assim, trabalhar com adaptação exige o estabelecimento de métricas que permitam um conhecimento profundo do usuário e de seu nível de maturidade no domínio no qual está inserido.

Este trabalho propõe o estudo de técnicas de Hipermissão Adaptativa para definição de um modelo de apresentação adaptativa de artigos científicos no KONNEN. O KONNEN é um projeto em desenvolvimento pelo curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Neste projeto estão envolvidos diversos alunos e professores bem como diversas áreas de estudos diferenciados. O objetivo é o desenvolvimento de uma rede de gestão de conhecimento que será implantada na instituição para aprimoramento do método de aprendizagem dos alunos. É uma forma de estabelecer maior vínculo interativo, onde professores e alunos possam contribuir para a aprendizagem coletiva.

Este trabalho está organizado em forma de seções que apresentam os conceitos necessários para estabelecer um modelo de apresentação adaptativa de artigos científicos no KONNEN. Dentro estes conceitos pode-se citar: Hipermissão Adaptativa, Sistemas de Hipermissão Adaptativa, Modelo de Usuário, Modelo de Domínio e Modelo de Adaptação.

O trabalho é relevante, pois visa à aplicação de técnicas de Hipermissão Adaptativa para apresentação adaptativa no KONNEN. A utilização deste conceito é importante principalmente pelo fato de possibilitar a adaptação de conteúdo adequado a cada usuário, minimizando a possibilidade de o usuário receber artigos que exija um nível de conhecimento acima da realidade do aluno.

O principal objetivo deste trabalho é definir um módulo de adaptação para apresentação adaptativa de artigos científicos na rede KONNEN. Para o alcance deste objetivo é necessário:

- Estudar os conceitos referentes à Hipermissão Adaptativa;
- Estudar os conceitos relacionados a Sistemas de Hipermissão Adaptativa;
- Estudar os conceitos referentes a Modelos de Usuário;
- Estudar o Modelo de Domínio com os níveis de representação de um domínio.

- Estudar o Modelo de Adaptação com seus métodos e técnicas.
- Realizar o levantamento Bibliográfico dos conceitos estudados;
- Definir os métodos e técnicas necessárias para construção de um modelo de adaptação no KONNEN;
- Modelar o método de apresentação adaptativa;

Desenvolver sistemas capazes de se adaptar às características do usuário é interessante no que tange à visão de interação entre usuário e sistema. De acordo com Silva (2007, p. 20), um Sistema de Hipermídia Adaptativa (HA) “consiste em um sistema que adapta o conteúdo e navegação de suas páginas, na tentativa de suprir as necessidades, desejos e preferências observadas no perfil do usuário”. A partir disto, é possível o desenvolvimento de sistemas que levem em consideração características específicas e extremamente relevantes no contexto de um usuário.

O KONNEN possui necessidades específicas para aprimoramento do processo de aprendizagem dos alunos do CEULP/ULBRA, como por exemplo, um método eficiente de recomendação de artigos às reais necessidades do aluno. Isso implica no estudo, na proposta e no desenvolvimento de sistemas que sejam capazes de se adequar a essas necessidades.

A finalidade deste trabalho é oferecer auxílio nesse processo contínuo de construção de uma rede de gestão de conhecimento. Os esforços resultantes da interação entre vários módulos distintos poderão ser firmados a partir do cumprimento dos objetivos estabelecidos.

Neste contexto surge um problema: como definir um modelo de apresentação adaptativa de artigos científicos para os alunos da rede KONNEN, de forma que estes sejam beneficiados pelo conteúdo apresentado, minimizando a probabilidade de recomendação de conteúdo desinteressante ou irrelevante?

Esse questionamento existe principalmente pelo fato de o módulo de recomendação automática de artigos científicos do KONNEN não levar em consideração as características do usuário na recomendação de artigos. Atualmente este módulo recomenda artigos de acordo com informações referentes à descrição de conteúdo das disciplinas. Isto não garante que o aluno irá de fato se interessar pelo tipo de artigo recomendado. Informações como tipo de linguagem, idioma, ordem de apresentação, relação entre conteúdos apresentados, são importantes para maximizar o interesse do aluno pelo artigo recomendado.

Sendo assim, algumas hipóteses podem ser levantadas a respeito deste trabalho:

**Hipótese 1:**

O estudo de técnicas de Hipermedia Adaptativa possibilita a definição de um módulo para apresentação adaptativa de artigos científicos aos usuários do KONNEN, proporcionando assim a possibilidade de que usuários sejam beneficiados pelo conteúdo apresentado, esses benefícios podem ser confiabilidade, facilidade de acesso aos conceitos relevantes e organização.

**Hipótese 2:**

As preferências, necessidades e expectativas dos usuários podem ser identificadas e modeladas uma vez que são utilizadas informações e características dos usuários como parâmetros nas regras de verificação do modelo de adaptação.

Para responder a estas hipóteses será estudada a teoria referente aos Sistemas de Hipermedia Adaptativa, afim de, levantar os subsídios necessários para a solução do problema supracitado. A próxima seção (2) irá tratar do referencial teórico.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Hipermídia Adaptativa (HA)

De acordo com Palazzo (2004, p. 1) Hipermídia Adaptativa:

É a área da Ciência da Computação que se ocupa do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hipermídia em geral às expectativas, necessidades, preferências e desejos de seus usuários.

O principal objetivo das pesquisas em HA é a adequação de conteúdo ou navegação ao usuário final. Lima (BRUSILOVSKY apud 2005, p. 2) afirma que:

“Hipermídia Adaptativa (HA) é todo sistema de hipertexto e/ou hipermídia que reflete algumas características de seus diferentes usuários em modelos, e aplica tais modelos na adaptação de diversos aspectos visíveis do sistema às necessidades, desejos e preferências de cada usuário”.

Refletir características em modelos de usuários é a forma de tornar possível a adaptação de conteúdo, navegação ou interface, levando em consideração o perfil de um usuário ou de um grupo de usuários. Um modelo é a padronização de determinados elementos de um contexto, um exemplo de modelo é criar padrões de tipos de usuários. Em uma rede social, por exemplo, podem-se definir padrões para os tipos de usuários, como sexo (Masculino ou Feminino), relacionamento (Casado, Solteiro) e dessa forma construir um perfil genérico de caracterização dos usuários, para que estes usuários possam ser distribuídos de forma organizada.

Netto (2006, p. 2) diz que “a Hipermídia Adaptativa (HA) estuda o desenvolvimento de sistemas com a capacidade de adaptação a conteúdos e recursos hipermídia, conforme o perfil dos seus usuários [...]”. E para que seja possível o desenvolvimento de sistemas capazes de adaptar-se às necessidades do usuário é necessária a descrição destes usuários em modelos, para que a adaptação seja de fato conforme o perfil do usuário.

Em resumo, a área de estudo da HA abrange vários conceitos preponderantes para o desenvolvimento de um sistema eficiente em sua tarefa de adaptação, como Modelo de Usuário, Modelo de Domínio e o Modelo de Adaptação. A adaptação, em si, é apenas um dos elementos que compõem uma estrutura composta por técnicas, métodos, arquiteturas, conceitos e modelos.

Na seção 2.2 serão apresentados os conceitos de Sistemas de Hiperfídia, onde são apresentados os Sistemas de Hiperfídia Adaptativa e seus elementos que são importantes para que a adaptação ao usuário possa ser possível.

## 2.2 Sistemas de Hiperfídia Adaptativa (SHA)

Os SHAs são desenvolvidos com objetivo de proporcionar a implementação dos conceitos de HA. Sistemas desta natureza são orientados à personalização de elementos, considerando sempre o perfil do usuário, isto é, a adaptação de texto ou mídias de acordo com modelos e regras bem definidas de modelagem.

De acordo com Carvalho (2011, p. 2):

Os Sistemas de Hiperfídia Adaptativos (SHA) são capazes de se adaptar às necessidades, objetivos e nível de conhecimento do usuário, utilizando recursos e técnicas da área de Inteligência Artificial, normalmente a partir de um levantamento prévio do perfil do usuário – o modelo do usuário.

Os SHAs implementam os conceitos de HA, de forma que atendam às necessidades de seus usuários. Um exemplo de sistema de HA são os sistemas de e-commerce, que implementam técnicas para análise do usuário (neste caso é um cliente), utilizam elementos que caracterizam seu perfil e, a partir deste, realizam adaptação de navegação e/ou de conteúdo que visam suprir uma possível necessidade ou desejo do cliente, como por exemplo a recomendação personalizada de produtos. Outro exemplo de utilização de HA é em sistemas de ensino, onde as técnicas de HA podem ser utilizadas para levantamento do nível de maturidade dos usuários (por exemplo, o aluno) em determinado assunto ou disciplina, com isso o educador pode adquirir métricas de avaliação de desenvolvimento do aluno.

Para sanar essa necessidade de personalização a usuários específicos existem etapas que auxiliam o processo de construção de um SHA. Entre essas etapas podem-se citar o desenvolvimento do Modelo de Domínio, Modelo de Adaptação, Interface, Modelo de Usuário e definição da fonte de hiperfídia. Esses elementos oferecem base para a análise e adaptação de conteúdo, de navegação e/ou de apresentação, levando em consideração as necessidades do usuário.

- Modelo de Domínio: é responsável por representar o domínio do sistema. Em um SHA ele auxilia no processo de entendimento da arquitetura do sistema, através de representações em forma de conceitos, rede semântica e *frames*.
- Modelo de Usuário: este modelo é responsável por representar as principais características do usuário.

- **Modelo de Adaptação:** fornece mecanismos que permitem a definição de regras de adaptação. Em um SHA é utilizado para definir modos de navegação e apresentação adaptativa.
- **Interface:** é o meio onde a adaptação acontece, sendo que através das características do usuário e das regras definidas no Modelo de Adaptação é possível a alteração da interface de acordo com a necessidade do usuário.

Para reforçar este conceito de Sistema de Hipermedia Adaptativa Carvalho (2011, p. 4) diz que “o projeto de uma aplicação Hipermedia Adaptativa envolve, de maneira resumida: a seleção do domínio; a criação de uma modelagem do domínio para facilitar o entendimento da estrutura da informação; definição do modelo do usuário; e os modelos de adaptação”. A partir disto, Palazzo (2000, p. 14, Adaptada) propõe um modelo que está representado na Figura 1.

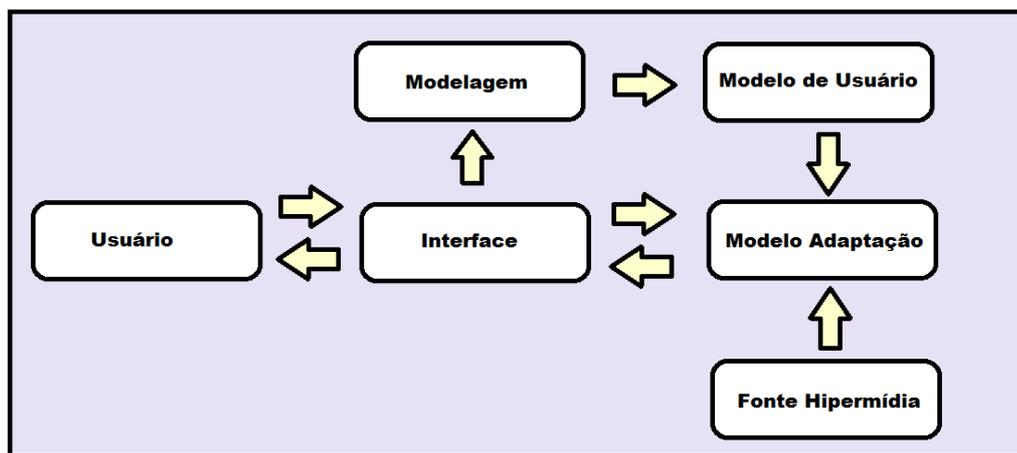


Figura 1 - Sistema Hipermedia Adaptativa (PALAZZO, 2000, p. 14, Adaptada).

A Figura 1 apresenta um modelo de SHA, que é composto nessa representação pelos conceitos de Modelo de Usuário, Modelo de Domínio e Modelo de Adaptação. O Usuário mantém uma interação com a Interface, que por sua vez, é modificada ou adaptada de acordo com o modelo de adaptação. O Modelo do Usuário é utilizado pelo Modelo de Adaptação para entender as características do usuário e assim oferecer a Hipermedia adequada, que é apresentada na Interface. A Interface mantém uma interação com o Modelo de Adaptação, pois de acordo com esse modelo ela pode ou não ser alterada, levando em consideração as características descritas no Modelo do Usuário. Portanto, existe uma interação entre os vários elementos que compõem um SHA e essa interação é refletida na interface que proporciona a interação com o usuário, sendo assim, é necessário o entendimento de cada um dos elementos que compõem um SHA para que realmente exista uma compreensão dos conceitos de HA.

O primeiro elemento do SHA é o Modelo de Usuário, pois representa as características dos usuários, os padrões que representam os tipos de usuários que utilizam o sistema, sendo assim, o modelo de usuário irá descrever o perfil dos usuários. A seção 2.2.1 irá apresentar conceitos relacionados à Modelagem de Usuário, os métodos e as técnicas que podem ser utilizados para desenvolver um Modelo de Usuário para um SHA.

### 2.2.1 Modelagem de Usuário (MU)

Neste modelo são descritas as características dos usuários para que o sistema possa adequar sua navegação ou seu conteúdo de acordo com essas características. De acordo com Lima (2005, p. 2) o Modelo de Usuário “[...] descreve o usuário para o sistema, representando suas preferências, conhecimentos, objetivos, histórico navegacional e seu nível de conhecimento”.

Segundo Netto (2006, p.4) “a modelagem de usuário é uma aplicação cujo intuito é conhecer o usuário do sistema, individualmente, na tentativa de detectar suas necessidades e desejos auxiliando-o melhor, tornando os sistemas mais amigáveis e eficazes”. Este intuito pode ser alcançado através de técnicas que permitem a identificação dos padrões necessários para caracterização do usuário.

Zuasnábar (2006, p.6, adaptado) descreve os requisitos funcionais mais frequentes dos modelos de usuários de forma mais específica:

- Características do usuário: representação das características do usuário em nível de conhecimento, objetivos, preferências, tarefas e habilidades;
- Características de grupos: representação de características compartilhadas com outros usuários, formando subgrupos dentro do SHA (estereótipos);
- Classificação do usuário: classificação dos usuários em alguns desses subgrupos e integração das características dos subgrupos aos que pertençam ao seu modelo de usuário;
- Interação usuário-sistema: armazenamento da informação sobre o comportamento do usuário em suas interações com o sistema;
- Conclusões sobre o usuário: obtenção de conclusões sobre os usuários baseadas em suas interações anteriores com o sistema;
- Conclusões sobre grupos: generalização das interações de muitos usuários para criar estereótipos;

- Manutenção do modelo de usuário: manutenção da consistência do modelo de usuário, isto é, verificação do estado atual do usuário em relação à modelagem, capacidade de realocação de usuário para outro grupo/subgrupo;
- Inferências: possibilidade de mostrar as suposições do usuário e justificar essas possibilidades.

Os requisitos previamente apresentados são considerados específicos, pois compreendem o que um MU deve representar ou satisfazer. Outros autores propõem uma visão mais genérica, onde os requisitos são especificados de forma sucinta e específica. Netto (2006, p. 4) apresenta os requisitos funcionais para MU de forma genérica:

- Generalidade: “determina que um mecanismo de modelagem de usuários deve estar preparado para ser usado por muitas aplicações e muitos domínios de conteúdos” (KOBASA, 2001 apud NETTO, 2006, p. 4).
- Expressividade: “implica que um sistema deve expressar tantos tipos de fatos e hipóteses sobre o usuário quanto possíveis e ao mesmo tempo” (KOBASA, 2001 apud NETTO, 2006, p. 4).
- Capacidade Inferencial: “está relacionada com a propriedade que o sistema deve possuir de observar as ações dos usuários durante as suas interações e tirar conclusões a partir dos dados que foram inferidos” (NETTO, 2006, p. 4).

A complexidade em se trabalhar com análise de usuário é vista por muitos autores como uma das principais barreiras na construção de um SHA, pois a proposta de adaptações que alimentem os desejos dos usuários é complexa. Alkan e Senkul (2011, p. 01, tradução nossa) dizem que “[...] adaptação é considerada uma tarefa difícil já que o processo de adaptação é construído sobre as preferências dos usuários; as preferências de usuários geralmente são diversificadas e exigentes”. Surge então, o desafio de adaptar um conteúdo a usuários, partindo do pressuposto que a adaptação é realmente o que o usuário está precisando.

Atualmente existem diversas técnicas que auxiliam no processo de Modelagem de Usuário. Na seção 2.2.1 serão apresentadas algumas técnicas que podem ser utilizadas para análise e extração de dados dos usuários e em seguida será apresentada a técnica de MU baseada em estereótipos.

### 2.2.1.1 Técnicas para análise do Usuário

Várias técnicas podem ser utilizadas para análise do usuário na construção de um MU, grande parte dessas técnicas originou-se na área de Inteligência Artificial. No decorrer desta seção serão apresentados exemplos de técnicas que possibilitam a análise do Usuário, ou seja, a extração de padrões, informações, conhecimento, desejos e necessidades dos usuários. A Figura 2, apresentada abaixo mostra a representação dos elementos que compõem o processo de Análise do Usuário.

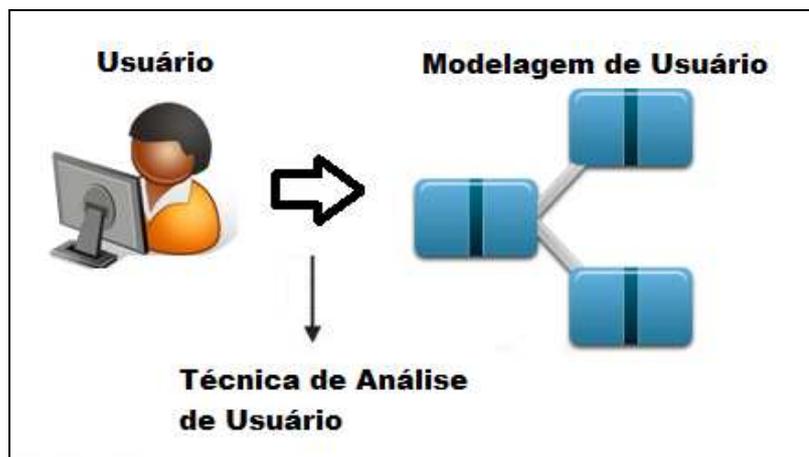


Figura 2 - Representação dos elementos que compõem o Processo de Análise do Usuário.

A Figura 2 representa os elementos que compõem processo de extração de padrões dos usuários através de técnicas. Essas técnicas permitem a análise dos usuários bem como sua classificação de acordo com a modelagem definida para o usuário. Este processo acontece primeiro na definição de quais itens serão considerados na análise do usuário e em seguida no ato de caracterizar cada usuário diante destas definições. É um processo que pode ser feito através de várias técnicas diferentes (neste trabalho serão apresentadas algumas delas). Inicialmente será apresentada a técnica de Redes Bayesianas, muito utilizada nos SHA.

#### Redes Bayesianas (RB)

A implementação do MU deve ser feita de forma que seja possível armazenar tanto informações apresentadas pelo usuário de forma explícita, através de formulários, perfil, etc. quanto informações colhidas a partir da interação do usuário com o sistema. Portanto, deve haver um monitoramento das características de cada usuário para que possam existir, de fato, informações relevantes para serem armazenadas na base de dados do usuário. A técnica utilizada para promover esta possibilidade, de acordo com Santibañez (PEARL, 1988 apud

2003, p. 6) pode ser RB, pois essa técnica “consiste de um conjunto de variáveis onde cada variável tem um conjunto finito de estados mutuamente exclusivos”. Esse tipo de rede é formado por grafos acíclicos, ou seja, que não possui um ciclo determinado, no qual os nós representam as variáveis. Apesar de possuir uma conotação acíclica um nó pode influenciar direta ou indiretamente em outro nó, através de valores, no caso da análise de usuário isso acontece através das características.

A elaboração de um MU trabalha diretamente com incertezas, pois não se sabe ao certo quais as reais características do usuário. Devido a este fato a construção de uma estrutura que consiga lidar com as diversas mudanças do perfil do usuário é, de fato, preponderante para uma solução eficaz. De acordo com Schenkenberg (2011, p. 484) a RB é um modelo que trabalha com a representação do conhecimento incerto e/ou incompleto e utiliza o conhecimento de algum especialista para representá-lo de forma computacional.

De acordo com Silva (2007, p. 58) “as Redes Bayesianas proporcionam uma estrutura intuitiva na qual o raciocínio incerto é representado, uma vez que há a combinação entre a teoria da probabilidade e a teoria dos grafos”. Isto é, os grafos representam as características que serão analisadas, de forma que, para cada usuário é medida a probabilidade de satisfazer ou não determinado nó do grafo. A média probabilística para satisfazer determinada característica é definida no modelo de usuário. A partir disto, é possível realizar comparações que permitam a alocação dinâmica do usuário em determinado grupo.

Nos ambientes onde existe pouca informação para construção de um modelo representativo a utilização da probabilidade pode sanar a falta de informação. Para caracterização de situações de incerteza pode-se utilizar grafos representando as relações casuais entre os eventos. Marques e Dultra (2003, p. 2) apresenta uma situação:

Pela manhã meu carro não irá funcionar. Eu posso ouvir a ignição, mas nada acontece. Podem existir várias razões para o problema. O rádio funciona então a bateria está boa. A causa mais provável é que a gasolina tenha sido roubada durante a noite ou que a mangueira esteja entupida. Também pode ser que seja o carburador sujo, um vazamento na ignição ou algo mais sério. Para descobrir primeiro eu verifico o medidor de gasolina. Ele indica  $\frac{1}{2}$  tanque, então eu decido limpar a mangueira da gasolina.

Através situação o Marques e Dultra (2003, p. 2) constrói uma representação que possui eventos: “*{sim, não} Gasolina?, {sim, não} Mangueira limpa?, {cheio,  $\frac{1}{2}$ , vazio} Medidor, {sim, não} Funcionando*”. Os eventos são agrupados em variáveis que podem assumir diferentes estados. Bem sabemos que a gasolina e o estado da mangueira possui

relação direta com o fato de estar ou não funcionando, a gasolina possui impacto direto no medidor. Através destas informações é possível estabelecer uma rede de casualidade:

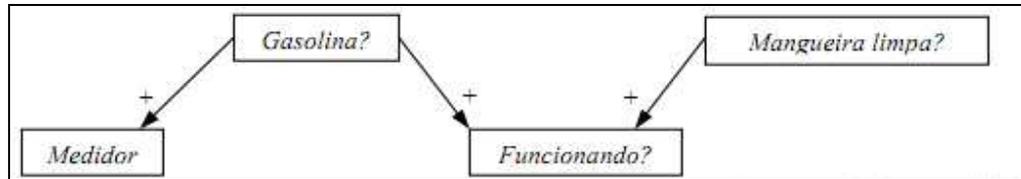


Figura 3 - Rede de Casualidade (MARQUES e DULTRA, 2003, p.3).

Na Figura 3 é apresentada a Rede de Casualidade para a situação apresentada anteriormente. Analisando a situação percebe-se que, não há certeza sobre o real motivo para a situação de o carro não estar funcionando, não existe a certeza se a mangueira está suja, mas caso ela esteja a certeza de o carro não estar funcionando aumenta. Então se sabe que o carro não funciona e é necessário encontrar o motivo. A gasolina pode ter sido roubada durante a noite, caso isto tenha ocorrido o medidor certamente estaria vazio. Depois de verificado o medidor sabe-se que seu valor é  $\frac{1}{2}$ , isto diminui a expectativa de que o estado da gasolina seja o real motivo para o carro não funcionar. Este fato aumenta a expectativa de o motivo ser a mangueira suja, neste caso conclui-se que o problema não é a gasolina então muito provavelmente deve ser a mangueira.

Para que situações como essas sejam possíveis de solução Marques e Dultra (2003, p. 3) diz que:

Um agente deve inicialmente possuir preferências entre possíveis efeitos das ações a serem tomadas. Preferências são representadas por utilidades (utility – indicação do nível de utilidade que possui um estado) combinadas com probabilidades, resultando na chamada: teoria de decisão. A teoria da decisão = teoria da probabilidade + teoria da utilidade.

A ideia fundamental em teoria de decisão é: um agente é racional se e somente se ele escolhe a ação que permite a maior expectativa de utilidade, ponderada pelos efeitos de todas as possíveis ações, ou princípio da Máxima expectativa de Utilidade.

De acordo com Marques e Dultra (2003, p. 7) uma Rede Bayesiana consiste do seguinte:

- Um conjunto de variáveis e um conjunto de arcos ligando as variáveis;
- Cada variável possui um conjunto limitado de estados mutuamente exclusivos;
- As variáveis e arcos formam um grafo dirigido sem ciclos;

- Para cada variável  $A$  que possui como pais  $(B_1, \dots, B_n)$ , existe uma tabela  $P(A|B_1, \dots, B_n)$ .

Sendo assim, Marques e Dultra (2003, p. 7) apresenta um exemplo clássico de aplicação dos conceitos de RB:

*Domínio 1:* Você possui um novo alarme contra ladrões em casa. Este alarme é muito confiável na detecção de ladrões, entretanto, ele também pode disparar caso ocorra um terremoto. Você tem dois vizinhos, João e Maria, os quais prometeram telefonar-lhe no trabalho caso o alarme dispare. João sempre liga quando ouve o alarme, entretanto, algumas vezes confunde o alarme com o telefone e também liga nestes casos. Maria, por outro lado, gosta de ouvir música alta e às vezes não escuta o alarme.

A representação deste domínio 1 pode ser apresentada de acordo com a Figura 4:

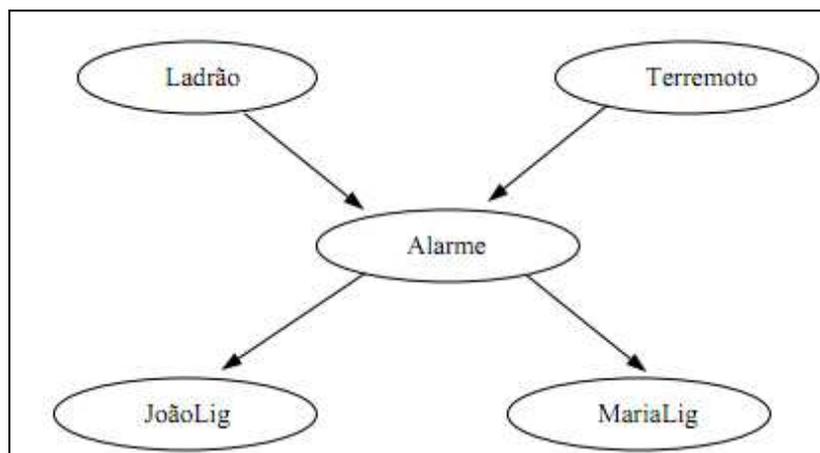


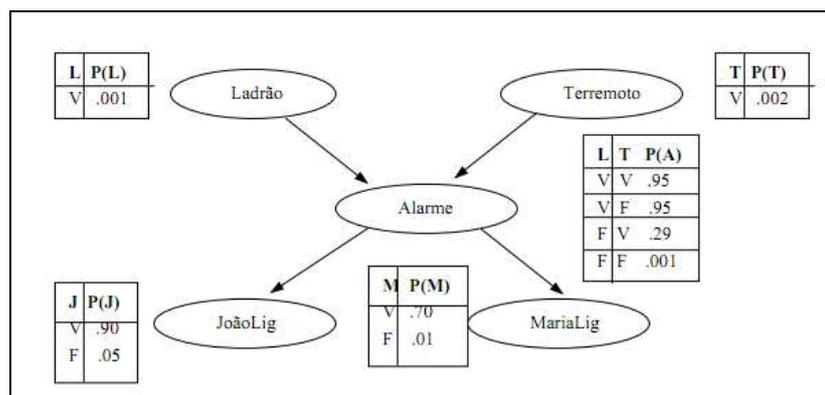
Figura 4 - Representação Do *Domínio 1* (MARQUES e DULTRA, 2003, p. 7).

A rede não possui nós que indicam se Maria está ouvindo música ou se o telefone está tocando e atrapalhando o entendimento de João. Estes fatos são implícitos, associados à incerteza relacionada pelos arcos  $Alarme \rightarrow JoãoLig$  e  $Alarme \rightarrow MariaLig$ . Sendo assim, as probabilidades devem resumir as condições em que o alarme pode disparar ou ainda as condições em que João e Maria podem falhar. Desta forma, o sistema possui uma vasta gama de probabilidades. Após definida a topologia é necessária a definição da Tabela de Probabilidades Condicionais para cada nó. Segundo Marques e Dultra (2003, p. 8) cada linha na tabela contém a probabilidade condicional para cada caso condicional. Um caso condicional é uma possível combinação dos valores para nós pais. Por exemplo, para a variável aleatória *Alarme* tem-se:

Tabela 1 - Probabilidades Condicionais Domínio 1 (MARQUES e DULTRA, 2003, p. 8).

Ladrão	Terremoto	$P(\text{Alarme}   \text{Ladrão}, \text{Terremoto})$	
		Verdadeiro	Falso
Verdadeiro	Verdadeiro	0.95	0.050
Verdadeiro	Falso	0.95	0.050
Falso	Verdadeiro	0.29	0.71
Falso	Falso	0.001	0.999

A tabela 1 mostra as possíveis probabilidades condicionais para o caso do alarme ser ativado, neste caso existem dois possíveis motivos, ser um Ladrão e/ou ser um Terremoto, para cada tipo de possível comparação existe uma linha na tabela. Para ficar mais claro o entendimento deste conceito a figura 5, apresenta a Rede Bayesiana para o *Domínio 1* e suas probabilidades condicionais:

Figura 5 - Rede Bayesiana para o *Domínio 1* (MARQUES e DULTRA, 2003, p. 8).

A Figura 5 apresenta uma RB para o *Domínio 1*, ela é composta principalmente pelo grafo representativo e as tabelas de probabilidades condicionais. Para Alarme, como apresentado na Tabela 1 existem dois possíveis motivos, L (Ladrão) e/ou T (Terremoto). É interessante notar que mesmo quando as duas situações são falsas (L “F”, T “F” | .001), ainda assim existe a probabilidade de o Alarme disparar, isso pelo fato de existirem outras variáveis que podem provocar erros no equipamento.

No caso da utilização das RB para análise do usuário em um SHA pode ser representada de acordo com a Figura 6:

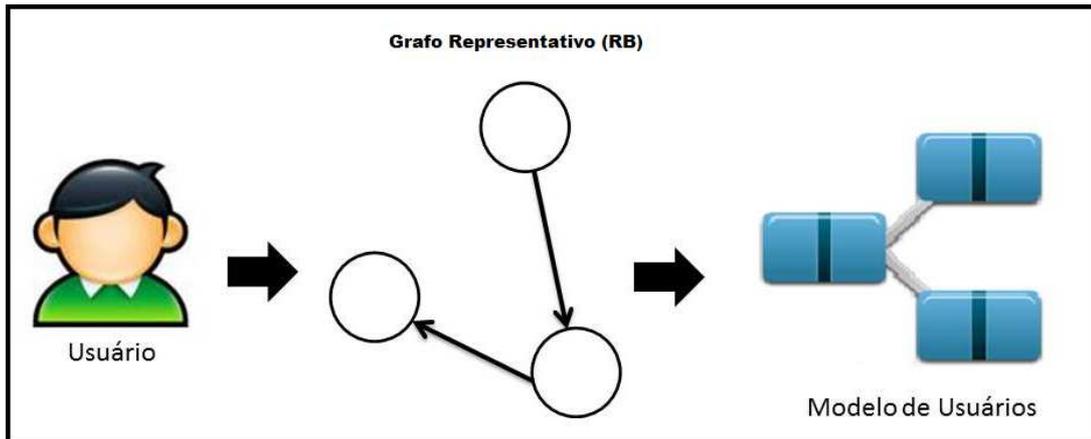


Figura 6 - Representação da utilização de RB em SHA.

A Figura 6 mostra a representação da utilização da RB em um SHA, neste caso, é feito um levantamento das principais características do usuário em grafos e são atribuídos valores probabilísticos para cada nó. De acordo com a definição de probabilidade especificada no modelo é possível realizar a comparação das características do usuário com as definições do Modelo de Usuários. Dessa forma, o usuário será alocado no grupo que satisfaça a maior probabilidade de compatibilidade.

### Mineração de Dados

Outra técnica que pode ser utilizada para aquisição de dados para a análise do usuário é a Mineração de Dados. Alkan e Senkul (MULVENNA, ANAND e BUCHENER apud 2011, p.2 tradução nossa) explicam que grandes quantidades de dados podem ser coletadas a partir de arquivos de *logs* de servidores. São informações como: principais páginas acessadas pelos usuários, frequência de acesso, etc. Esses dados, após processados, podem gerar informações valiosas sobre os usuários.

Alkan e Senkul descrevem, ainda, que o processo de adaptação pode ser visto como uma aplicação de Mineração de Dados através de etapas que se baseiam em coleta de dados, pré-processamento, descoberta de padrões e avaliação e aplicação do conhecimento adquirido. Estas etapas serão apresentadas na Figura 7, através da representação do processo KDD (*Knowledge Discovery in Databases*).

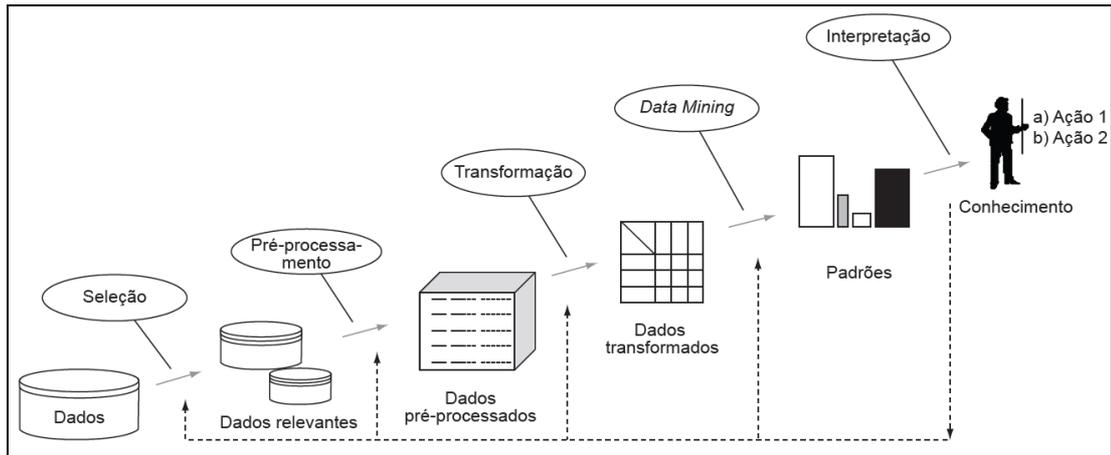


Figura 7 – Processo KDD (FAYYAD et al, 1996 apud STEINER 2006)

A primeira etapa para a aplicação do processo KDD é a Seleção. O processo de seleção tem como objetivo selecionar os dados que serão analisados na base de dados proposta.

A segunda etapa é o Pré-Processamento, onde são realizadas atividades de limpeza de dados ou de registros. Para tanto, são feitas análises dos dados selecionados e, após a verificação de inconsistências, é realizada a limpeza e eliminação das redundâncias ou irrelevâncias que por acaso tenho passado na seleção.

Após o Pré-processamento inicia-se a etapa de Transformação dos dados. Nesta etapa é feita a padronização, codificação e complementação dos dados processados, de forma que estes estejam prontos para serem analisados e se transformarem em informação que gere conhecimento.

Após os dados devidamente selecionados, processados e transformados de acordo com o necessário, inicia-se a etapa de Mineração de Dados (*Data Mining* - DM), que consiste em extrair a informação necessária para a geração de conhecimento. Alguns autores utilizam o termo *Data Mining* como sinônimo para o processo KDD. Steiner (2066, p. 326) diz que “o KDD refere-se a todo processo de descoberta de conhecimento útil em bases de dados, enquanto *Data Mining*, principal etapa do KDD, refere-se à aplicação de técnicas de forma a extrair modelos dos dados”.

De acordo com Galvão e Marin (2009, p. 687) “*Data Mining* (DM) – é uma das alternativas mais eficazes para extrair conhecimento a partir de grandes volumes de dados, descobrindo relações ocultas, padrões e gerando regras para prever e correlacionar dados [...]”. Na Mineração de Dados existem tarefas definidas e os respectivos algoritmos que permitem a realização de extração de padrões. Galvão e Marin (2009, p. 688) mostram que

“as tarefas possíveis de um algoritmo de extração de padrões podem ser agrupadas em atividades preditivas e descritivas”. Entre as tarefas do *Data Mining*, se destacam classificação, *clustering*, regressão, associação e sumarização, as quais serão detalhadas nos itens seguintes:

- **Classificação:** Uma tarefa de classificação consiste em associar um item a uma classe, dentre várias classes existentes. Como são pré-definidas é necessário que haja a detecção de qual classe melhor representa um item. A classificação descreve e distingue o atributo preditivo, tal que os modelos resultantes possam ser utilizados para apresentarem a melhor combinação entre o conjunto de atributos.
- **Clustering:** A *clustering* é a divisão de exemplos em grupos. O sistema é o responsável por realizar a divisão desses grupos. Como exemplo de *clustering* a divisão de pessoas que estão em uma sala, estas pessoas podem ser separadas por grupos, sendo que cada pessoa do grupo deve apresentar características em comum. Pessoas de um grupo podem ser aquelas que trabalham na área de sistemas de informação, outro grupo são pessoas que trabalham na área de saúde, e assim sucessivamente. Os grupos devem ser distintos entre eles, mas seus componentes devem possuir algo em comum.
- **Regressão:** Segundo Lopes (2009, p. 1) a regressão “é uma metodologia estatística que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas (ou qualitativas) de modo que uma variável pode ser prevista a partir de outra ou outras”. Pode-se utilizar como exemplo, a estimativa da quantidade de habitantes que uma cidade terá nos anos seguintes. Essa estimativa pode ser encontrada com a análise de dados passados, considerando variáveis como média de crescimento populacional através do índice de nascidos, índice de mortes e índice de pessoas que se mudam para a cidade.
- **Associação:** Consiste na busca por itens que aparecem repetidamente de forma simultânea em diversas transações de base de dados. De acordo com Oliveira (2007, p. 4), “a associação resume-se a encontrar afinidades entre os dados de certa natureza a partir de um determinado número de transações”.
- **Sumarização:** Nessa técnica os dados são agrupados conforme sua classificação e grupo ao qual pertencem. Esses grupos são construídos com base na semelhança que há entre seus elementos. Um exemplo disso é agrupar sintomas de doenças. Esses sintomas podem gerar classes que não representam nenhuma doença explicitamente,

uma vez que doenças diferentes podem possuir os mesmos sintomas. Desta forma, pode-se constatar a semelhança entre diferentes tipos de doenças.

Através destas tarefas apresentadas sobre a Mineração de Dados é possível a extração de padrões e características do usuário, essas características são analisadas e os padrões são gerados de forma que o usuário possa ser modelados.

### Agentes Inteligentes

“Na modelagem de usuário, a grande dificuldade é a heterogeneidade desses usuários, e uma solução possível é a implementação dessa modelagem baseada em agentes especializados e individuais” (CRUZ e SOUSA, 2011, p.3). Os agentes são sistemas computacionais orientados a um ou mais objetivos. Para atingir tais objetivos levam em consideração variáveis do domínio em questão, como por exemplo, informações sobre o usuário, informações sobre o domínio e informações sobre o modelo de usuários.



Figura 8 - Representação do Processo de Utilização de Agentes Inteligentes.

A Figura 8 mostra uma representação da utilização de um agente para classificação do usuário em relação ao modelo de usuários. Basicamente o agente é responsável por identificar as características do usuário e classifica-lo de acordo com a definição do MU. Nesse caso foi apresentado apenas um agente, entretanto esse processo pode ser dividido entre vários agentes diferentes. Cada um responsável por uma etapa de classificação ou de identificação das características, neste caso é necessário estabelecer vínculos de interação entre os agentes, que juntos poderão atingir o objetivo de modelar um usuário. Um exemplo de utilização de mais de um agente para a tarefa de identificação e classificação seria a divisão da tarefa de Análise e Classificação. Um agente seria responsável por realizar a análise do usuário, bem como de

suas características principais e outro agente seria responsável por classificar esse usuário de acordo com o Modelo de Usuários. Para tornar este exemplo mais elucidativo, a Figura 6 demonstra uma representação deste tipo de utilização de agentes.

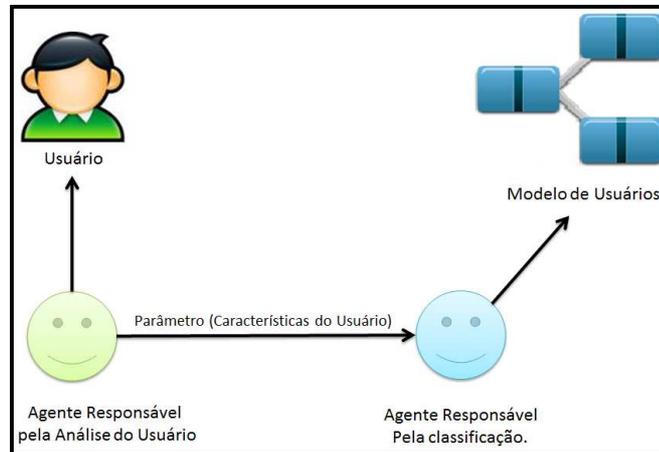


Figura 9 - Representação da Utilização de Multi Agentes.

A Figura 9 representa a utilização de multi agentes em um MU para análise de usuário. Nesta representação os agentes mantêm uma interação através de parâmetros, enquanto um analisa o usuário o outro classifica o usuário no MU.

A seção 2.2.1.2 elucidará o método de modelagem de usuários.

#### 2.2.1.2 Método para Modelagem de Usuário

Na seção anterior foram apresentadas as principais técnicas para análise de usuário e classificação de acordo com o MU. Mas para que seja possível essa classificação é necessário que o MU esteja definido de acordo com a realidade dos usuários do sistema. Para tanto, será apresentado neste trabalho um método de modelagem de usuário, conhecido como Modelagem por Estereótipos.

#### Modelo Estereótipo (ME)

De acordo com Alkan e Senkul (2011, p. 01, tradução nossa), seguindo a lógica de adaptação para cada indivíduo, seria praticamente impossível construir páginas adaptativas, pois o número de usuários é impreciso, e a construção de interfaces diferentes e individuais é praticamente inviável. Nesse sentido, o ideal para lidar com a complexidade de MU que é o agrupamento de acordo com padrões e em seguida criação de interfaces de usuários diferentes que obedeçam aos agrupamentos.

Trabalhar com usuários e estereótipos significa classificar os usuários mediante características comuns que estes possuam.

Um agente para manipulação de estereótipos possui características típicas de grupos de usuários do domínio de um sistema. Geralmente, eles também possuem condições de ativação que representam características chave, permitindo identificar um usuário como membro do seu respectivo grupo. (KOBASA, 1995, p. 2 apud SILVA, 2007 p. 43).

Estes modelos têm a responsabilidade de caracterizar cada integrante de uma rede, por exemplo, de acordo com seu perfil. O sistema de adaptação poderá utilizar dessa divisão para efetuar ações de adaptação ao usuário.

Suposição estereotipa sobre um usuário podem ser complementadas, ou mesmo canceladas, se estiverem disponíveis informações adicionais sobre este. A coleção resultante das suposições gera o Modelo do Usuário, que deve ser levado em consideração na adaptação do sistema ao usuário (KOBASA, 1995, p. 2 apud SILVA, 2007, p. 44).

É importante que o ME seja flexível o bastante para poder compreender variações que possam ocorrer com os usuários do sistema, e dessa forma poder realizar realocações e mudanças necessárias, para que o MU de fato represente as características dos usuários do sistema.

De acordo com Zuasnábar (2006, p. 6) estereótipos são a representação de características comuns de usuários que pertencem a subgrupos específicos de uma aplicação. São alguns dos elementos mais comuns no trabalho de modelagem de usuário e capturam informação sobre grupos de pessoas. Para obter um reconhecimento das características do usuário de acordo com Zuasnábar (2006, p. 6) precisa-se das tarefas de:

- Identificação do usuário dentro de um grupo - que procura encontrar pessoas com certas características homogêneas;
- Identificação de características chave - que são critérios que levam o sistema a identificar o usuário dentro de um grupo;
- Representação dos estereótipos - representação linear dos estereótipos como principiantes, intermediários e *experts*.

A Figura 10 mostra uma representação do método de modelagem de usuários por estereótipos:

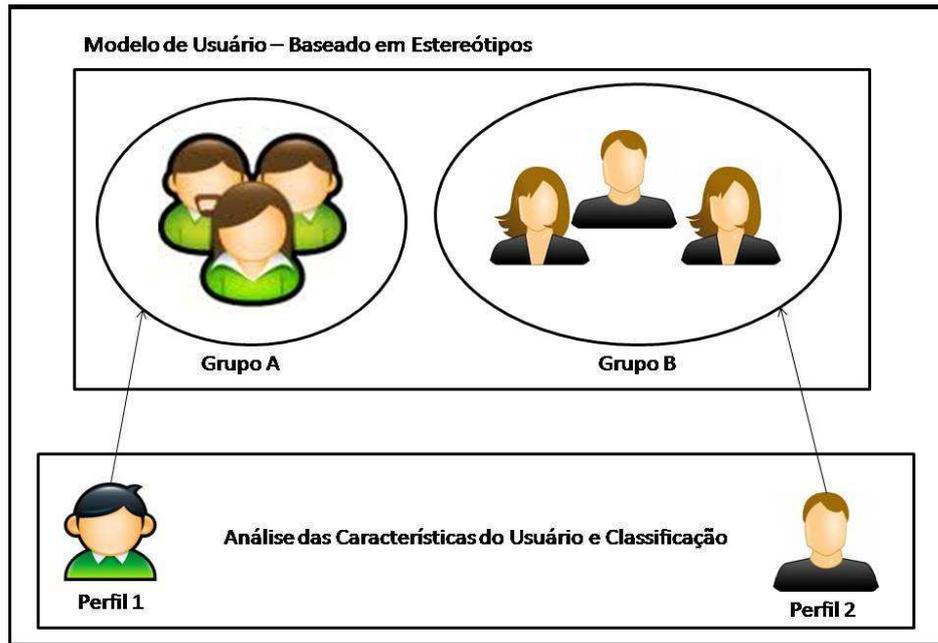


Figura 10 - Representação do Método de Estereótipo.

A Figura 10 demonstra uma representação do método de modelagem de usuários usando estereótipos. O MU é definido de acordo com a realidade dos usuários do sistema. Cada nó/item representa um grupo e os usuários são analisados e divididos entre esses grupos. São apresentados na Figura 10 2 grupos no Modelo de Usuários – o “grupo A” e o “grupo B”, cada grupo é definido por determinadas características. Supondo que o “grupo A” represente os usuários que vestem roupas de cor verde, e o “grupo B” represente os usuários que vestem roupas de cor preta, pode-se enfatizar que a característica levada em consideração é a cor da roupa (verde ou preto), logo, o item a ser analisado no perfil de cada usuário é a justamente essa característica (essa análise pode ser feita através, por exemplo, de Redes Bayesianas). Tanto a análise quanto a classificação são feitas pela técnica de análise do usuário. Então os perfis que vestem a cor verde serão alocados no “grupo A” e os perfis que vestem a cor preta serão alocados no “grupo B”. O Modelo de Estereótipos é a definição dos grupos, e essa definição representa o Modelo de Usuários.

Independente da técnica utilizada para modelar o usuário é necessário que exista uma observação de determinadas características do usuário, pois a modelagem é construída com base em informações que devem ser preponderantes. De forma global, as informações essenciais dos usuários são suas características. As características descrevem os usuários e facilitam a compreensão do indivíduo ou de grupos. Essas características serão apresentadas na seção 2.2.1.3 que trás algumas definições genéricas.

### 2.2.1.3 Características de Usuários

De acordo com Palazzo (2000, p. 32) “há pelo menos cinco características associadas a um usuário (ou papel de um usuário) que podem ser levadas em conta por um sistema adaptativo: (1) conhecimento, (2) objetivos, (3) história, (4) experiência, e (5) preferências”. A seguir serão apresentados tópicos que elucidarão cada característica.

- **Objetivos:** segundo Palazzo (2000, p. 32) “os objetivos do usuário estão mais relacionados com o trabalho ou atividade do usuário com hipermídia do que com ele próprio como indivíduo.” Sendo assim os objetivos dos usuários dependem muito do trabalho a ser realizado no SHA, onde cada contexto pode representar um objetivo diferente. Nesta mesma lógica, pode ocorrer variação de uma sessão para outra do sistema. Se aplicado em um contexto de um sistema de aprendizado pode-se destacar alguns objetivos, como: aprendizado geral, aprendizado específico, tarefas práticas, solução de problemas etc.
- **Conhecimento:** levando em consideração o mesmo contexto apresentado para os objetivos, podemos elucidar a caracterização do conhecimento dentro de um MU. Em um sistema de avaliação de aprendizagem o conhecimento é o fator preponderante. A Evolução do conhecimento do usuário é um elemento crítico para a adaptação, nesse caso o sistema deve estar em constante atualização em relação à estimativa do conhecimento do usuário. Isso principalmente pelo fato de existir a necessidade de fornecer informações relevantes para o componente de adaptação poder funcionar corretamente. Segundo Brusilovsky (1996, p. 32) “quase todas as técnicas de apresentação adaptativa utilizam o conhecimento do usuário como fonte de adaptação”.
- **História:** Outro elemento que pode ser levando em consideração na construção de um MU é a história do usuário. De acordo com Palazzo (2000, p. 30) história do usuário diz respeito a “[...] toda informação relacionada com usos anteriores do sistema pelo usuário, fora do assunto abordado pelo sistema hipermídia, que sejam suficientemente relevantes para serem considerados.” Esse conceito de história compreende todo conhecimento que o usuário possui e que está fora do assunto abordado no contexto. A história do usuário é uma característica de difícil abstração e representação, neste caso são necessários mecanismos que consigam abstrair esse tipo de informação do usuário, seja através de questionários, formulários ou qualquer outro tipo de meio possível.

- Experiências: outra característica é a experiência do usuário. Ela descreve a experiência do usuário no uso de sistemas de hipertexto e interface de HA. De acordo com Palazzo (2000, p. 32) as experiências denotam “a familiaridade do usuário com a estrutura e navegação no hiperespaço considerado.” Sua finalidade é evitar explicações desnecessárias quando o usuário já possui um conhecimento prévio do domínio do sistema. É uma característica importante, pois pode manter o interesse do usuário em utilizar o sistema. A principal diferença entre História e Experiência é o escopo de limitação, em outras palavras, a História diz respeito ao conhecimento que o usuário adquiriu fora do sistema, já a Experiência ao conhecimento que o usuário possui em relação ao sistema utilizado.
- Preferências: A última característica é a preferência do usuário, segundo Palazzo (2000, p. 32) “tais preferências podem ser absolutas ou relativas, dependentes do nodo corrente, objetivos e contexto em geral. As preferências do usuário diferem das demais características componentes de seu modelo em diversos aspectos”. Elas não podem ser impostas pelo sistema, pois são informadas pelo usuário. Usuários possuem diferentes preferências, como por exemplo: cor de texto, tamanho de fonte, posicionamento de conteúdo etc. Essa característica é uma informação importante para a interface e o conforto do usuário no processo de interação. Nesse sentido incluem-se aspectos de usabilidade de acessibilidade.

A construção de um MU é feita observando as características apresentadas acima, levando em consideração o domínio de aplicação e o objetivo do desenvolvimento do modelo. As descrições dessas características são feitas no MU, no caso de um modelo baseado no método Estereótipos, pode-se perceber que as características são definidas de forma que possam ser agrupadas.

Como dito anteriormente existem outros elementos que compõem um SHA, entre eles a Modelagem de Domínio que será descrita na seção 2.2.3.

### 2.2.3 Modelagem de Domínio (MD)

Segundo Carvalho (2011, p. 1) “modelar o Domínio consiste em selecionar o objeto, ou o domínio de conhecimento a ser tratado e a criar um modelo capaz de facilitar o entendimento da estrutura da informação”.

Brusilovsky (1996, p. 5) diz que o “modelo de domínio indica como o conteúdo da informação (hiperdocumento) está estruturado”. Existem três níveis para estrutura de domínio, que serão descritos a seguir:

- 1º - Conceitos do domínio: são os conceitos relacionados ao domínio proposto. De acordo com Carvalho (2011, p. 5):

Estes conceitos podem ser nomeados diferentemente em sistemas distintos - tópicos, elementos do conhecimento, objetos, resultados da aprendizagem, mas em todos os casos são apenas partes elementares de conhecimento do domínio abordado. Dependendo do domínio e da área de aplicação, os conceitos podem representar partes maiores ou menores de conhecimento do conteúdo. Essa independência de conceitos é o tipo mais simples do modelo do domínio.

Quando existe uma visão geral do domínio em questão pode-se dizer que o nível de estrutura de conhecimento do domínio é de 1º nível, pois abrange questões pertinentes ao Conceito do Domínio. A Figura 11 apresenta um exemplo deste tipo de estrutura.

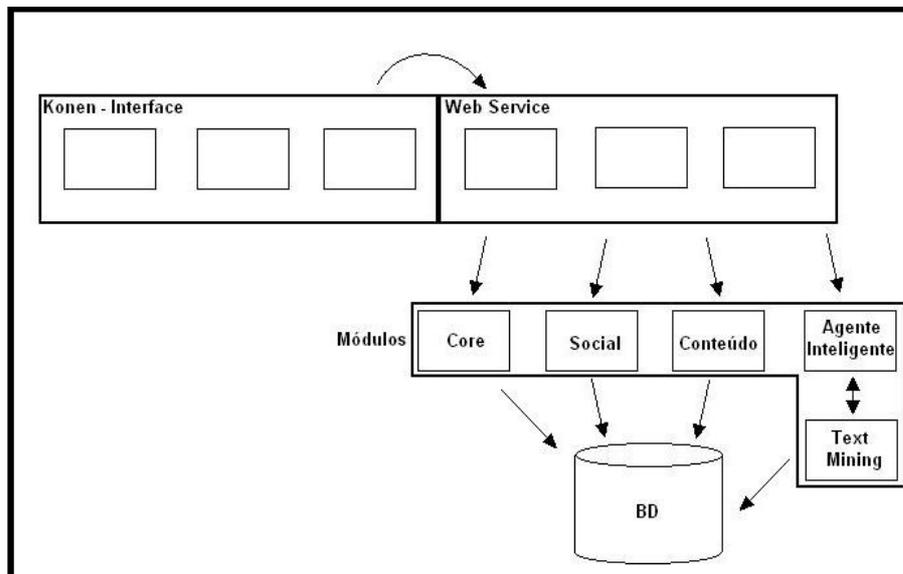


Figura 11 - Representação de uma Estrutura de Nível 1 (Conceito do Domínio).

A Figura 11 apresenta um exemplo de estrutura de domínio de nível 1. Nela é possível observar que são representados apenas os elementos conceituais do sistema. Neste caso é representada uma rede social acadêmica, composta por módulos e interface inter-relacionados por objetos.

- 2º - Rede Semântica: é a representação avançada dos modelos de domínios. Segundo Carvalho (2011, p. 5):

Esta rede representa a estrutura do domínio coberta pelo sistema de hipermídia, conhecido como modelo de domínio em rede, ou modelo nível 2. A maioria dos SHA existentes distinguem diversos tipos de conceitos que representam tipos diferentes de elementos ou de objetos do conhecimento,

além de ligações (links) que representam formas distintas de relacionamentos entre conceitos.

Quando se tem uma representação de nível 2, pode-se afirmar que existe uma representação avançada do nível 1, neste caso o nível 2 de representação é uma evolução do nível 1. No nível 2 são apresentados detalhes de navegação entre os módulos apresentados no nível 1. A Figura 12 mostra uma representação para facilitar o entendimento desta estrutura.

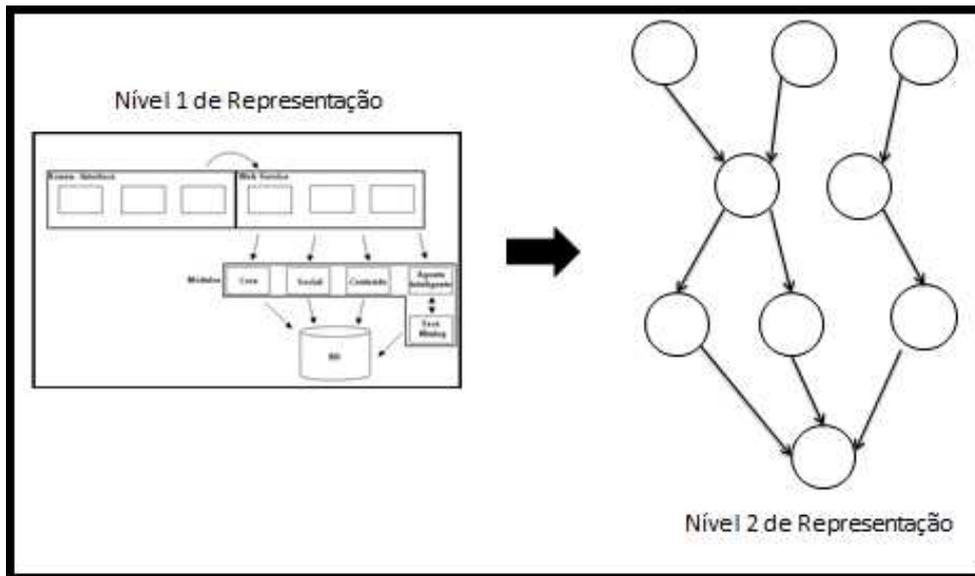


Figura 12 - Representação do Nível de Estrutura 2 (Rede Semântica).

Quando existe uma estrutura semântica que representa o domínio, então há uma estrutura chamada de Rede Semântica, pois apresenta detalhes de ligações entre as várias partes do sistema - nesta estrutura podem ser representadas páginas, links, módulos etc.

- 3º - Frames: Carvalho (2011, p. 5) diz que:

Em alguns sistemas com modelo de nível 2, os conceitos são fragmentos, com unidades atômicas, que não têm nenhuma estrutura interna[...]. Entretanto, sistemas de HA usam frequentemente a representação do conhecimento a partir de frames, isto é, representam uma estrutura interna de cada conceito como um conjunto dos atributos onde os diferentes tópicos têm geralmente diferentes atributos [...]. Um modelo de domínio baseado em frames é denominado de nível 3.

O conceito de Frame é o nível mais detalhado no modelo de domínio, pois representa os atributos que compõem cada nó da rede semântica. Como mencionado, no modelo de domínio, existem redes semânticas que possuem uma estrutura atômica, entretanto, geralmente, se usam representações mais detalhadas sobre o domínio.

A Figura 13 elucidará a diferença entre os 3 níveis de estrutura.

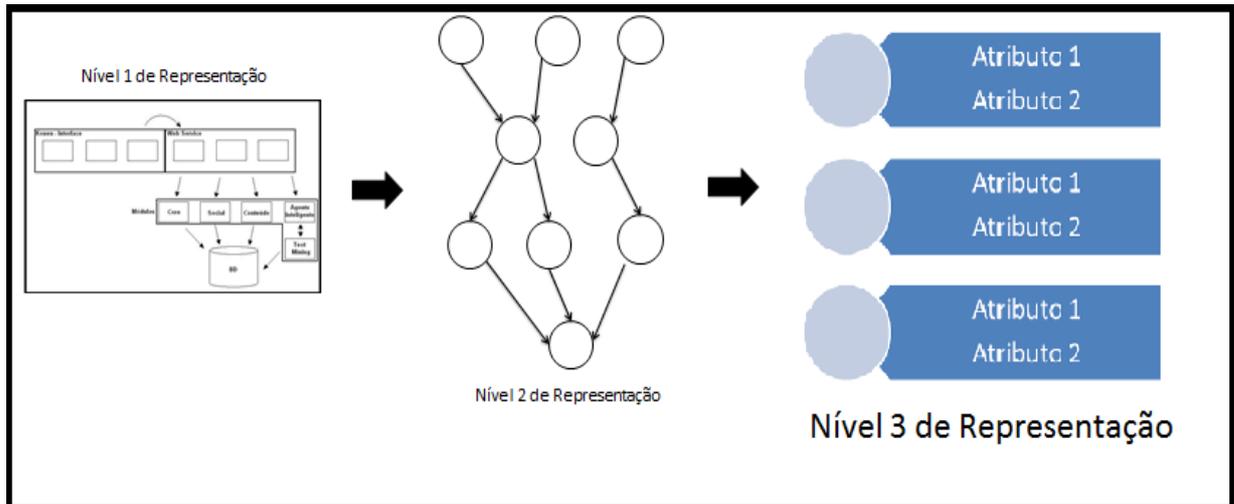


Figura 13 - Representação de Nível 3 (Frames).

A Figura 13 exibe até o terceiro nível de representação do modelo de domínio. Neste terceiro nível é disposto na representação o detalhamento de todos os nós da rede semântica, definida no segundo nível. Pode-se perceber que quanto maior o nível maior o grau de detalhamento, ou seja, mais baixo nível é a estrutura, pois exige um conhecimento técnico maior para entender a representação.

O MD deve esclarecer as características do domínio com o qual o usuário irá interagir, quais conceitos, métodos, técnicas que são utilizadas no domínio, meios e formas de interação. Sendo assim é necessário saber qual o nível de conhecimento do usuário sobre cada conceito representado na Modelagem de Domínio.

Uma das funções mais importantes do modelo do domínio em SHAs é fornecer uma estrutura para a representação do conhecimento dos usuários. Para cada conceito do modelo do domínio, o modelo individual do conhecimento do usuário armazena algum valor que é uma estimativa do nível do conhecimento do usuário neste conceito (CARVALHO, 2011, p. 5).

Este trabalho apresenta conceitos sobre o Modelo de Domínio que abrangem apenas os a representação do domínio. Isto pelo fato de que o modelo de domínio para o objetivo proposto será desenvolvido em outra etapa do projeto. Além do Modelo de Usuário e Modelo de Domínio um Sistema de Hipermissão Adaptativo é composto também pelo Modelo de Adaptação. Este modelo será apresentado na seção 2.2.4.

#### 2.2.4 Modelagem de Adaptação (MA)

De acordo com Silva (Kock 2000, p. 50 apud 2007, p. 25) a Modelagem de Adaptação é:

[...] Um conjunto de regras que determinam o comportamento do sistema, elaboradas a partir da interação do usuário com o sistema. Desta forma, proporciona a funcionalidade da adaptação, definindo como as páginas são criadas e apresentadas ao usuário e quais valores dos atributos do modelo do usuário serão alterados, além de como tais alterações serão feitas.

Conforme Silva (Wu 2002, p. 50-54 apud 2007, p. 25), a modelagem de adaptação “seleciona, a partir do modelo do usuário, o conteúdo a ser apresentado e atualiza tal modelo fundamentado nas interações entre o usuário e o sistema”.

Quando se fala em MA é necessária a definição de quais elementos serão adaptados, pois segundo Brusilovsky (1996, p. 10, tradução nossa) “em Hipermissão Adaptativa, a adaptação do espaço é bastante limitada: não há tantos recursos que podem ser alterados. Em algum nível de generalização, a hipermissão consiste de um conjunto de nodos ou hiperdocumentos”. Estes “nodos” ou hiperdocumentos são as páginas que são ligadas por links. Cada página contém informações e ligações internas e externas. Essas ligações podem constituir mapas de navegação que podem ser alterados e adaptados constituindo uma forma de melhorar o processo de navegação dos usuários. Além disso, o conteúdo exibido nas páginas também pode ser melhorado de acordo com a necessidade do usuário. Dessa forma, constituem-se as tecnologias de adaptação, sendo elas: Apresentação Adaptativa e Navegação Adaptativa.

A Figura 14 apresenta os componentes de cada tecnologia através do Modelo de Adaptação.

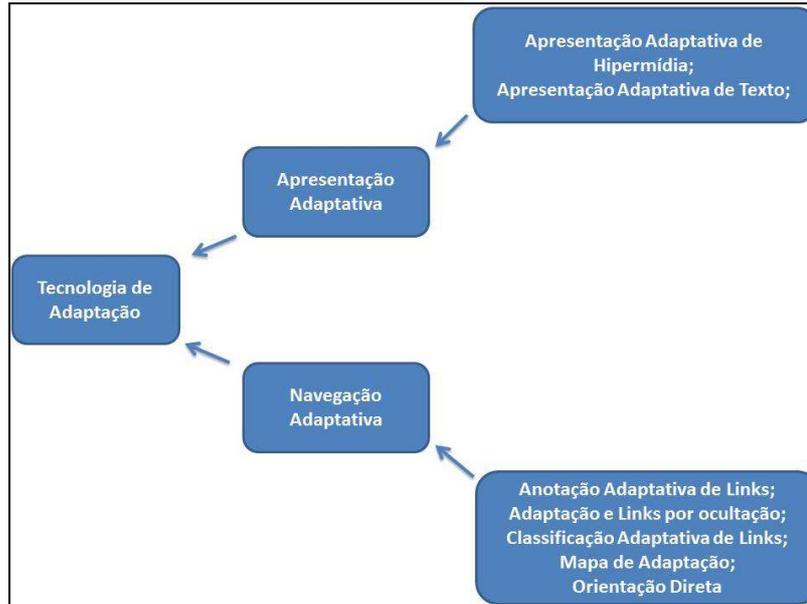


Figura 14 - Representação do Modelo de Adaptação.

A Figura 14 mostra os componentes de cada tecnologia de adaptação. Estes componentes demonstram as formas de adaptação existentes, onde métodos e técnicas são utilizados para propiciar a Apresentação e Navegação Adaptativa. As técnicas ocorrem em nível de implementação e os métodos são generalizações das técnicas baseados em ideias de adaptação em nível conceitual. As próximas seções apresentam algumas tecnologias de adaptação. Na seção 2.2.4.1 será explicada a Apresentação Adaptativa.

#### 2.2.4.1 Apresentação Adaptativa (AD)

Segundo Brusilovsky (1996, p. 11, tradução nossa) “a ideia das técnicas de apresentação adaptativa é adaptar o conteúdo de uma página acessada por determinado usuário com os conhecimentos, objetivos e outras características do usuário”.

De acordo com Júnior (2002, p. 4):

A adaptação da apresentação ao usuário é feita através do processo chamado de apresentação adaptativa (*adaptive presentation*): o processo consiste em aproveitar-se da modelagem dos grupos de usuários, de forma que o próprio sistema decida que informações são mais interessantes para o usuário em particular, de acordo com seus interesses e objetivos [...].

Neste tipo de adaptação o conteúdo (texto, multimídia) apresentado ao usuário é modificado para melhor corresponder ao modelo de usuário.

##### 2.2.4.1.1 Métodos de Apresentação Adaptativa

- **Explicação Adicional:** Brusilovsky (1996, p. 14, tradução nossa) explica que este método de adaptação de conteúdo visa a ocultar informações ou elementos que não sejam relevantes ao nível de usuário. O conceito firmado é que, de acordo com o nível de maturidade do usuário diante de determinado elemento (página, módulo, frame, etc.) do sistema, é possível que seja necessária a apresentação da informação com *status* de adicional, isto é, explicações de baixo nível sobre determinada atividade ou função no sistema. Em outras palavras, a partir do levantamento do “grau de conhecimento” do usuário, diante de alguma situação é possível que o usuário deseje mais informações ou explicações sobre determinado elemento. Esse “grau de conhecimento” pode ser adquirido de várias formas, uma delas é caracterizar o usuário de acordo com o tempo de vida de seu perfil no sistema. Sendo assim, usuários ditos como “novos” terão uma maior probabilidade de não compreender determinados conceitos de baixo nível e talvez essas informações sejam complexas para determinado usuário, neste caso é interessante que sejam ocultadas.
- **Explicação Requerida:** Brusilovsky (1996, p. 14, tradução nossa) diz que este método firma-se no conceito de dependência ou pré-requisito de determinado elemento em relação a outro, isto é, sempre que um elemento necessitar de um conhecimento prévio do usuário sobre algo é necessário que o sistema execute a apresentação do que é necessário ao usuário. Em outras palavras, sempre que algo for apresentado ao usuário deve-se inserir a explanação de todos os conceitos requeridos para seu entendimento.
- **Explicação Comparativa:** Brusilovsky (1996, p. 14, tradução nossa) explica que este método baseia-se na similaridade entre conceitos. Neste método o usuário recebe uma explicação comparativa, que apresente semelhanças e diferenças entre o conceito atual e o relacionado.
- **Explicação Variante:** de acordo com Brusilovsky (1996, p. 14, tradução nossa) neste método assume-se que a ocultação ou explanação de determinado elemento nem sempre é suficiente para a adaptação, pois usuários diferentes podem precisar de diferentes informações. Neste sentido a explicação variante determina que o sistema deve armazenar diversos tipos de explicações para cada elemento, e essas explicações são apresentadas de acordo com o modelo de usuário. Isso implica dizer que, neste método o sistema armazena diversas variantes para algum conteúdo de uma página e o usuário obtém a apresentação da explicação variante que corresponda a seu modelo.

- Classificação de Fragmentos: Brusilovsky (1996, p. 15, tradução nossa) explica que este método considera tanto o conhecimento do usuário quanto as informações relacionadas ao elemento selecionado. Neste método a ideia é apresentar as informações de forma fragmentada, sendo que o mais importante é apresentado primeiro. Ou seja, ele ordena os fragmentos de informação sobre o conceito, de forma que a informação mais relevante para o usuário seja apresentada primeiro.

Para que seja possível a implementação destes métodos é necessária a utilização de técnicas. A seguir serão apresentadas e explicadas cada uma das técnicas existentes na AA.

#### 2.2.4.1.2 Técnicas de Apresentação Adaptativa

- Texto Condicional: Segundo Brusilovsky (1996, p. 15, tradução nossa), nesta técnica, todas as informações possíveis sobre um conceito são divididas em diversos trechos de texto. Cada trecho é associado a uma ou mais condições relacionadas ao nível de conhecimento do usuário. As condições relacionadas ao nível de conhecimento do usuário são apresentadas no Modelo de Usuário. Portanto, para que o sistema possa implementar essa técnica, é necessário que o Modelo de Usuário leve em consideração a necessidade de representar o nível de conhecimento ou de maturidade do usuário sobre os elementos. Brusilovsky afirma ainda que esta técnica implementa todos os métodos da Apresentação Adaptativa, exceto o método de Classificação de Fragmentos.
- Stretchtext: Brusilovsky (1996, p. 15, tradução nossa), diz que nesta técnica a ideia é formatar as páginas de forma que as informações relevantes sejam expandidas e as informações adicionais sejam concentradas em uma palavra chave ou frase que sirvam como caminho para o conteúdo (link). Basicamente, é expandido o necessário e recolhido o adicional, sendo assim, um usuário experiente sempre terá acesso a mais informações que um usuário iniciante. Esta técnica implementa o método de Explicação Adicional, que conceitualmente preza por ocultar informações complexas de usuários inexperientes e oferecer informações de baixo nível a usuários experientes. Uma característica interessante desta técnica, é que considera as preferências do

usuário, sendo que, após ser apresentada uma página formatada de acordo com a técnica de adaptação, o usuário pode manipular as formas de apresentação, decidindo se algum conteúdo deva ou não ser oculto - declarando assim suas preferências.

- **Página Variante:** segundo Brusilovsky (1996, p. 15, tradução nossa) esta técnica consiste em manter mais de uma página para determinado conteúdo, sendo que em cada página são oferecidas diferentes formas de explicação sobre o referido conteúdo. O autor cita esta técnica como sendo uma das mais simples da Apresentação Adaptativa, sendo que pode ser empregada junto com a técnica de Fragmento Variante para implementar o método de Explicação Variante. Lembrando que o método Explicação Variante diz respeito à utilização de diversos tipos de explicação para cada conceito, esses tipos são chamados de variantes, pois podem variar de acordo com o usuário.
- **Fragmento Variante:** Brusilovsky (1996, p. 15, tradução nossa) explica que esta técnica permite a implementação do método Explicação Variante em um nível de granularidade elevado. Nesta técnica os elementos podem apresentar vários conceitos e cada conceito pode possuir vários fragmentos. É possível a junção das técnicas Fragmento Variante e Página Variante para obter simultaneamente adaptação à experiência e ao conhecimento do usuário.
- **Frames:** de acordo com Brusilovsky (1996, p. 15, tradução nossa) é a técnica mais eficiente de Apresentação Adaptativa. Nesta técnica as informações são apresentadas em forma de *frames* que mostram os conceitos de acordo com o nível de conhecimento do usuário. Os *frames* são estruturas compostas por atributo e valor armazenadas em *slots* ou contêineres. Cada *slot* pode possuir mais de uma Explicação Variante para o conceito, além de links para outros *frames* e etc. A sequência de apresentação dos *slots* são atribuídas em regras e definições no Modelo de Adaptação.

Além da Apresentação Adaptativa o Modelo de Adaptação também possui a tecnologia de Navegação Adaptativa. Assim como na apresentação, a navegação também possui métodos e técnicas que são utilizados para garantir a implementação dos conceitos existentes. Na seção 2.2.4.2 será apresentada a tecnologia de Navegação Adaptativa, bem como seus métodos e técnicas.

#### 2.2.4.2 Navegação Adaptativa (NA)

Na Navegação Adaptativa ocorre um processo de adaptação da interface, de modo que, o usuário navegue de forma adaptada a seu modelo. Segundo Brusilovsky (1996, p. 17, tradução nossa) na NA o objetivo é auxiliar o usuário a encontrar um melhor caminho no hiperespaço através da adaptação ao MU da forma de apresentar os links. Sendo assim, seu objetivo é priorizar, ocultar e produzir meios de orientar o usuário rumo à informação desejada.

Para que seja possível essa representação são necessários métodos e técnicas que auxiliem o usuário na navegação. Nas próximas seções serão apresentados os métodos de NA.

#### 2.2.4.1.1 Métodos de Navegação Adaptativa

- **Condução Global:** segundo Brusilovsky (1996, p. 18, tradução nossa) o objetivo deste método é auxiliar o usuário a chegar à informação necessária com o mínimo de esforço possível. Para que isto seja possível, o método destaca que em cada nível de navegação, ou em cada página de determinado assunto, exista um link para assuntos relacionados, isso pode ser feito por ordem de relevância. Sendo que deve ser apresentado um conjunto de caminhos global ao usuário, facilitando assim sua navegação. Este método exige uma orientação global de onde o usuário pretende chegar;
- **Condução Local:** Brusilovsky (1996, p. 18, tradução nossa) diz que este método é semelhante ao de Condução Global, entretanto é utilizado em um contexto local. Seu objetivo é de fato auxiliar o usuário no processo de navegação, só que diferente do método global, este apresenta um próximo passo para o alcance de determinado objetivo e não apenas o link do destino. Neste método não existe a espera do destino global do usuário, de forma objetiva os links são classificados de acordo com as preferências do usuário;
- **Suporte à Orientação Local:** Segundo Brusilovsky (1996, p. 19, tradução nossa) este método possui o objetivo de tornar o processo de navegação menos nebuloso para o usuário. Neste método é oferecido ao usuário um apoio sobre o que está em seu ambiente de navegação. Isso é possível através de duas formas diferentes: uma delas é fornecendo informações adicionais sobre as páginas disponíveis, a partir da página

atual e a outra é limitar o número de oportunidades de navegação para diminuir a sobrecarga cognitiva, isto é, apresentar os links realmente relevantes ao usuário, ao invés de apresentar tudo o que existe em seu escopo de navegação. Isto é possível através da utilização do MU como referência das preferências do usuário. Este método é implementado pela técnica de ocultação que será apresentada na seção de técnicas de Navegação Adaptativa;

- Suporte à Orientação Global: de acordo com Brusilovsky (1996, p. 20, tradução nossa) este método é semelhante ao Suporte à Orientação Local, diferenciando-se no escopo de atuação. Este método tem como objetivo auxiliar o usuário a entender a estrutura do hiperespaço global, e qual sua atuação neste hiperespaço. Isso é possível através da apresentação de mapas globais que indicam a posição atual do usuário e apresenta os vários caminhos que podem ser seguidos diante de uma representação global de navegação no sistema. Este método é implementado pelas técnicas de ocultação e anotação que são aplicadas de acordo com o perfil do usuário.

Para que seja possível a implementação destes métodos é necessária a utilização de técnicas. A seção seguinte apresenta e explica cada uma das técnicas existentes na NA.

#### 2.2.4.2.2 Técnicas de Navegação Adaptativa

- Orientação Direta: Brusilovsky (1996, p. 21, tradução nossa) diz que esta técnica consiste em decidir, em cada página de navegação, qual a melhor página a ser visitada pelo usuário. Está é reconhecida como uma das técnicas mais simples de suporte à Navegação Adaptativa e pode ser utilizada em links locais, links contextuais, links de índices, tabelas e links para mapas locais e globais.
- Classificação Adaptativa: Brusilovsky (1996, p. 21, tradução nossa) afirma que esta técnica consiste em classificar os links partindo de uma página de acordo com seu grau de relevância apresentado no MU. Esta técnica é utilizada apenas em links não contextuais, mas pode reduzir consideravelmente o tempo de navegação de um usuário no hiperespaço.
- Ocultação Adaptativa: de acordo com Brusilovsky (1996, p. 22, tradução nossa) a ocultação adaptativa é uma das técnicas mais utilizadas na Navegação Adaptativa e consiste em restringir o espaço de navegação, ocultando links de páginas não

relevantes para o usuário. Segundo Brusilovsky pode ser utilizada em qualquer tipo de link.

- Anotação Adaptativa: Brusilovsky (1996, p. 22, tradução nossa) afirma que a ideia é aumentar a informação nos links, de forma que se possa apresentar ao usuário mais informações sobre o conteúdo da página que será acessada. Isto pode ser feito através de anotações, normalmente essas anotações são estáticas, ou seja, não se alteram na medida em que o usuário interage com o sistema, entretanto em SHA espera-se algo dinâmico que leve em consideração o MU.
- Mapas Adaptativos: Brusilovsky (1996, p. 23, tradução nossa) explica que esta técnica pode ser alcançada a partir da junção de algumas outras, como Orientação Direta, Ocultação Adaptativa e Anotação Adaptativa.

Através destas técnicas supracitadas, é possível a implementação dos métodos de Navegação Adaptativa. Estas técnicas auxiliam o usuário no processo de navegar pelo hiperespaço do sistema, minimizando o tempo gasto para acessar determinado conteúdo, além de fornecer praticidade e adaptação.

Como mencionando anteriormente, o SHA é responsável por fornecer mecanismos adaptativos aos seus usuários, seja através da navegação ou da apresentação adaptativa. Isto é possível através de comparações entre elementos e aplicações de regras. Para que um SHA obtenha sucesso em cumprir sua responsabilidade é necessário que o Modelo de Usuário e o Modelo de Adaptação estejam devidamente estruturados. Se um sistema obedece a esses requisitos ele é considerado um Sistema de Hiperídia Adaptativa.

### 2.3 Modelos de Referência para SHA

De acordo com Koch e Wirsing (2002, p. 1, tradução nossa) o principal objetivo de um modelo de referência é encontrar padrões em determinadas linhas de estudo e fornecer bases para a modelagem e desenvolvimento de aplicações. Ou seja, os modelos de referência selecionam elementos comuns e importantes em conceitos ou aplicações e estabelecem um padrão com base na comparação.

No campo de estudo da Hiperídia Adaptativa existem alguns modelos de referência que foram desenvolvidos ao longo dos anos com o objetivo de proporcionar a abstração da adaptabilidade e aplicação deste conceito nos sistemas informatizados. Neste trabalho serão elucidados os modelos Dexter, Munich e AHAM.

De acordo com Koch e Wirsing (2002, p. 2, tradução nossa) inicialmente existia apenas o modelo Dexter como referência para os Sistemas de Hipermídia, em decorrência da evolução da hipermídia, principalmente dos meios de navegação surgiram necessidades específicas que conseqüentemente exigiram o estabelecimento de novos modelos. Nas próximas seções serão esclarecidos os conceitos de cada modelo de referência.

### 2.3.1 Modelo Dexter

De acordo com Takikawa (2010, p. 23) “o modelo de referência Dexter proposto, serviu de base para outros modelos de hipermídia posteriores. O modelo divide o sistema hipermídia em três camadas [...]”.

Segundo KOCH (2000, p. 64, tradução nossa) o Modelo de Referência para Hipermídia Dexter foi o resultado das discussões de um workshop sobre hipertexto em 1988. O objetivo era encontrar uma linguagem comum para as pessoas envolvidas no desenvolvimento de sistemas de hipermídia. Ainda segundo KOCH (2000, p. 64, tradução nossa) esse modelo foi formalizado por Halasz e Schwartz em 1990 e é definido em três camadas.

Na Figura 15 pode-se observar a estrutura em camadas do Modelo Dexter:

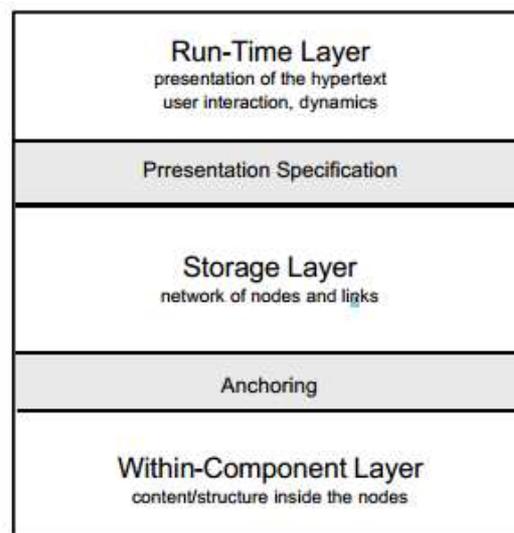


Figura 15 - Camadas do Modelo Dexter (KOCH, 2000, p. 65).

De acordo com KOCH (2000, p. 66) as camadas do modelo Dexter (Figura 1) são:

- *Run-Time Layer* – Camada de Execução: “representa a camada de interação com usuário, onde é apresentado o hipertexto. Consiste de Ferramentas para acesso, visualização e manipulação de hipermídia” Takikawa (2010, p. 23). De acordo com Amaral (2010, p. 52) “a camada de execução especifica as ferramentas para definir como o usuário irá acessar, visualizar e manipular o sistema hipermídia”.
- *Storage Layer* – Camada de Armazenamento: “é o foco do modelo, responsável por modelar a hierarquia de componentes de informação inter-relacionados por links”

Takikawa (2010, p. 23). De acordo com Amaral (2010, p. 52) “Esta camada descreve uma base de dados composta por uma hierarquia de componentes de dados que são ligadas por relacionamentos denominados links. Os componentes correspondem aos nodos, contendo textos, gráficos, imagens e animações”.

- *Within-Component Layer* – Camada Interna de Componentes: “trata do conteúdo e da estrutura interna dos componentes da camada de armazenamento. Devido à amplitude de possíveis conteúdos, que podem ser incluídos em um componente, o modelo Dexter considera esta camada fora do escopo do modelo” Takikawa (2010, p. 24). Segundo Amaral (2010, p. 52) “a terceira camada, ou a camada interna aos componentes, que especifica os conteúdos e a estrutura dos componentes envolvidos na rede do hipertexto, foi proposta no modelo Dexter, porém não foi desenvolvida”.

Sendo assim, o modelo Dexter é definido por uma arquitetura simples, porém elucidativa. A ideia de separar conteúdo, organização e execução, demonstra a necessidade de organização no conceito abstrato de hipermídia.

Além desta arquitetura, o modelo Dexter foi o precursor do uso da orientação a objetos nas metodologias voltadas à hipermídia. Após a definição do modelo Dexter, o uso da orientação a objetos nesta área foi disseminado e ganhou importância. O modelo é inovador, pois propõe uma arquitetura baseada em camadas independentes; além disto, oferece uma visão de especificação do projeto de desenvolvimento de uma hipermídia, separando o processo de armazenamento do conteúdo da apresentação. (AMARAL, 2010, p. 52).

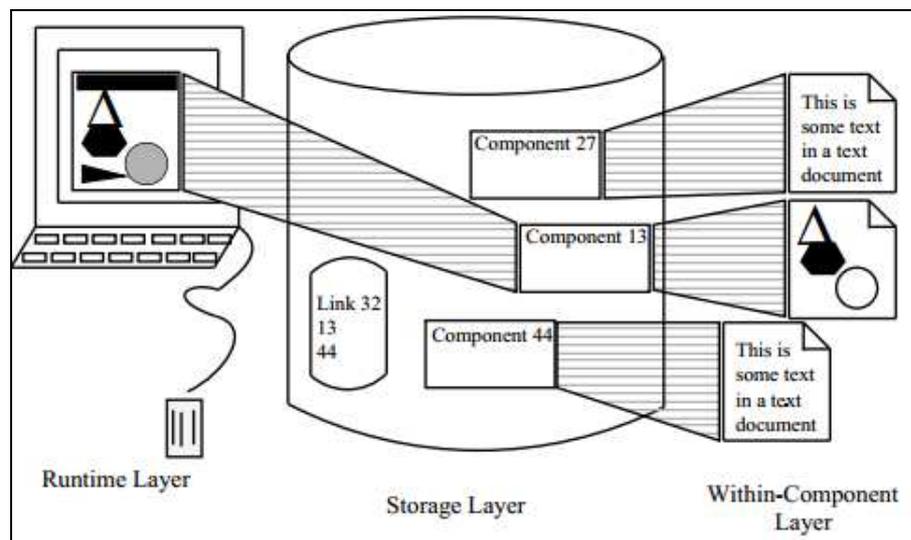


Figura 16 - Exemplo das três camadas do modelo Dexter (Halasz; Schwartz, 1990, p. 7).

Nesta exemplificação (Figura 16) a camada de Armazenamento (*Storage Layer*) contém quatro entidades: três componentes (nós) e um link. O conteúdo (textos e gráficos) para os componentes estão localizados à direita da Camada de Armazenamento, na camada Interna de Componentes (*Within-Component Layer*). Na Camada de Execução (*Runtime Layer*), o componente gráfico está sendo apresentado para o usuário. Takikawa (2010, p. 24).

É possível notar no exemplo (Figura 16) a interação entre as camadas, neste caso a camada de execução está apresentando ao usuário o “*Component 13*” que contém figuras.

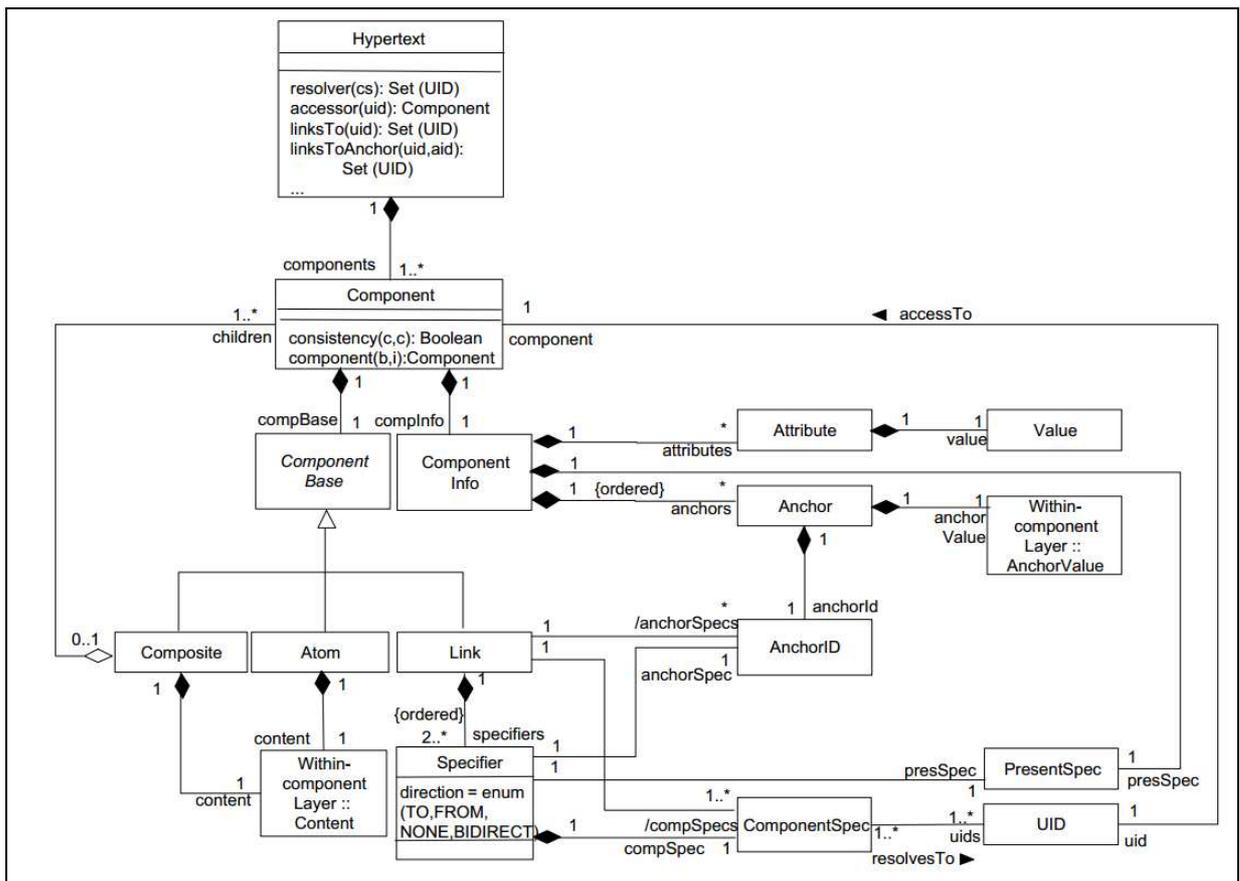


Figura 17 - Camada de armazenamento Dexter - Diagrama UML (KOCH, 2000, p. 67).

O diagrama UML que representa a camada de armazenamento do Modelo Dexter (Figura 17) mostra os elementos mencionados anteriormente (Figuras 15 e 16) e suas relações, todas as classes apresentadas no diagrama UML (Figura 17) são pertencentes à Camada de Armazenamento.

No modelo Dexter a Camada de Armazenamento, considerada a mais importante é definida como uma estrutura de hipertexto, ou seja, consiste em um conjunto finito de componentes, sejam eles textos, vídeos ou áudio. Um componente no modelo Dexter é entendido como um átomo, ou um link, ou uma entidade composta. Um átomo na terminologia do modelo é um nó do sistema. Os links também são chamados de “âncoras”,

que representam as ligações entre os átomos. Cada componente contém informações (componente de informação) e especificações referentes ao seu conteúdo. Portanto, um componente de informações nada mais é do que uma lista de atributos, contendo especificações da forma de apresentação e uma lista de links que partem e chegam daquele elemento (KOCH, 2000, p. 66, tradução nossa).

Ainda segundo (KOCH, 2000, p. 66, tradução nossa) cada componente possui um identificador, chamado UID (Figura 3), este UID é considerado único em todo sistema hipermídia. Um componente de ligação (*link*) é uma lista de duas ou mais formas de apresentação além da âncora.

A âncora é o mecanismo que fornece funcionalidade de ligação entre os nós, na prática a âncora é uma entidade de endereçamento, que é composta por ID da âncora conteúdo (KOCH, 2000, p. 66, tradução nossa).

Na estrutura UML apresentada (Figura 17) é possível notar que, o Modelo Dexter é composto por vários elementos que compõem o sistema hipermídia, cada um destes elementos possui um identificador e conteúdo. Por exemplo, um elemento que é responsável por definir a forma de apresentação, como supracitado pode ser chamado de componente, este componente é composto pelas regras de apresentação e pelos *links* (âncoras) que partem e chegam até aquele componente. Dependendo do estado de chegada do usuário em determinado componente ele pode utilizar regras de apresentação diferenciada. A forma de saber o estado do usuário é através da própria âncora, que contem informações que transitam de um componente para outro, afim de, permitir a comunicação entre os componentes.

Na seção 2.3.2 será apresentado o Modelo AHAM, onde será possível notar a evolução conceitual e inovações a partir do Modelo Dexter.

### 2.3.2 Modelo AHAM

O modelo de referência AHAM (*Adaptive Hypermedia Application Model*) foi definido por De Bra, Houben e Wu em 1998. Este modelo é baseado no Dexter, considera-se uma extensão com inovações. De acordo com Amaral (2010, p. 53) “o modelo AHAM divide as aplicações de hipermídia adaptativa em quatro partes: Modelo de Domínio; Modelo de Usuário; Modelo de ensino; Motor de adaptabilidade”.

Segundo De Bra, Houben e Wu (1998, p. 3, tradução nossa) o Modelo de Domínio descreve a estrutura do domínio da aplicação da hipermídia Adaptativa. O Modelo de Usuário descreve o conhecimento do usuário em relação à aplicação. O Modelo de Ensino descreve as

regras que indicam em que situação deve-se guiar o usuário através do domínio. Já o Motor de Adaptabilidade é o ambiente utilizado para construir e adaptar conteúdos e *links*.

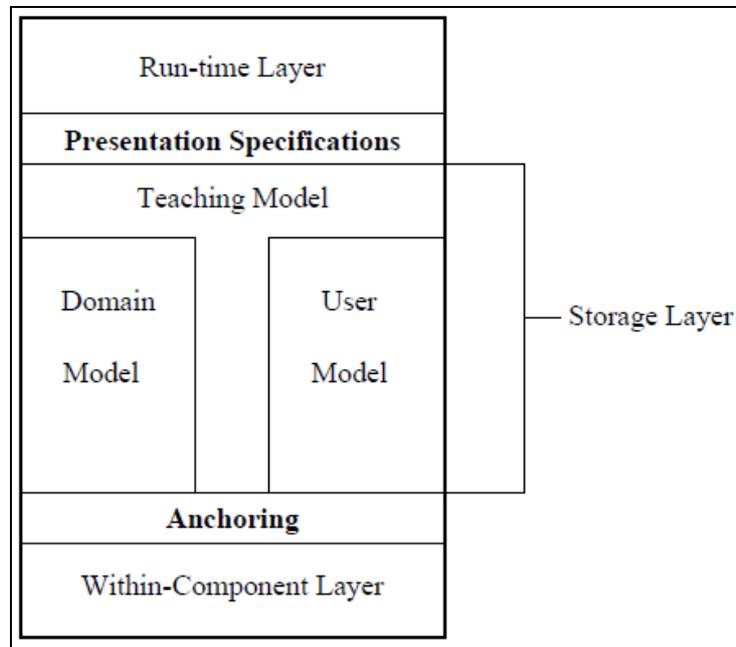


Figura 18 - Modelo AHAM (De Bra, Houben e Wu, 1998, p. 3)

Assim como o Modelo Dexter, o AHAM mantém o foco sobre a camada de armazenamento (Storage Layer, Figura 18) com links. A seguir serão descritos os componentes da camada de Armazenamento do Modelo AHAM:

- Modelo de Domínio – *Domain Model* (Figura 18): “descreve a estrutura do domínio da aplicação, tanto em nível conceitual com de fragmento de informações e páginas” Takikawa (2010, p. 25).
- Modelo de Usuário – *User Model* (Figura 18): “descreve o conhecimento que o usuário possui sobre os conceitos do domínio da aplicação e demais informações relevantes a seu respeito” Takikawa (2010, p. 25).
- Modelo de Ensino ou Adaptação – *Teaching Model* (Figura 18): “possui regras de adaptação utilizadas para adaptar os conteúdos e *links*, com base nos modelos de Domínio e do Usuário” Takikawa (2010, p. 25).

De acordo com De Bra, Houben e Wu (1998, p. 8, tradução nossa) o modelo Dexter assume que todas as “informações históricas”, ou seja, todos os elementos informativos que compõem o modelo tais como dados de navegação e informações sobre o usuário são limitados a uma única sessão de criação, isto é, não é possível instanciar dois elementos do mesmo objeto. Já no modelo AHAM o usuário é explicitamente uma fonte de informação que

possui interação constante com o domínio, portanto é possível estender o as fontes de hipermídia por várias sessões.

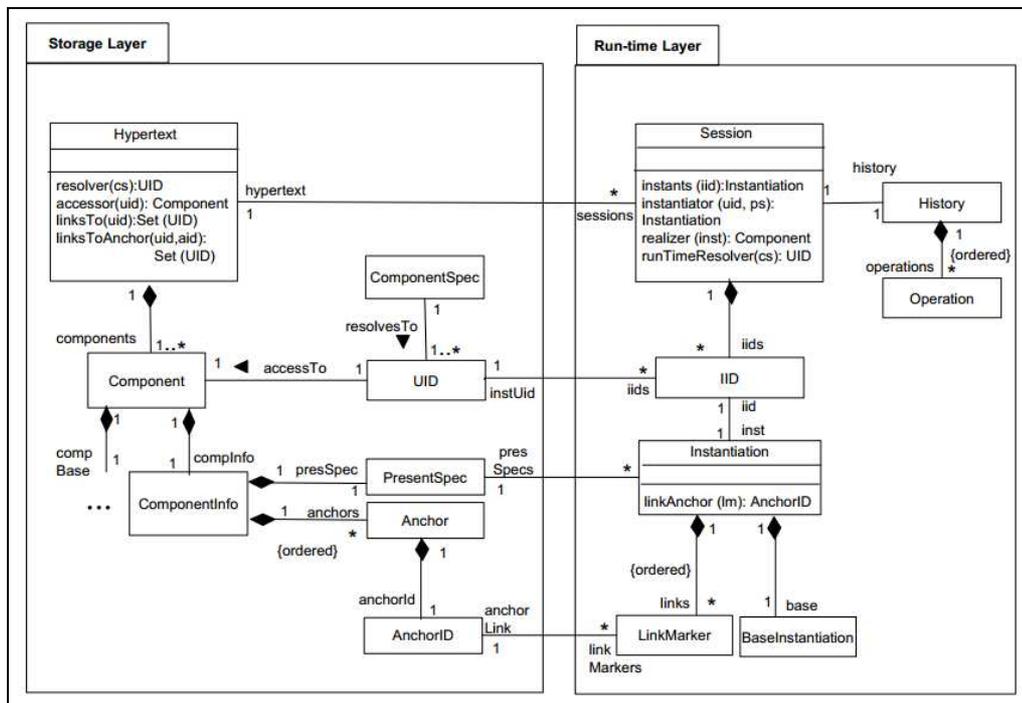


Figura 19 - Armazenamento/Camada de Execução - AHAM (KOCH, 2000, p. 69).

No diagrama UML da camada de armazenamento interagindo com a camada de execução do Modelo AHAM (Figura 19) é possível notar a estrutura interna de cada camada. A camada de armazenamento possui seus componentes e atribuir que se relacionam diretamente com a camada de Execução.

Segundo KOCH (2000, p. 69, tradução nossa) a camada de armazenamento (*Storage Layer*) e camada de execução (*Run-time Layer*) são ligadas por interfaces específicas de apresentação e âncoras, que segue o mesmo princípio do Dexter. As âncoras são links identificados que permitem comunicação e navegação entre um componente e outro. A diferença é que, no Dexter essa ancoragem não é atribuída entre uma camada e outra. Existem âncoras apenas dentro da camada de Armazenamento devido principalmente ao fato desta camada ser o principal foco do Dexter.

No modelo AHAM a camada de armazenamento continua sendo uma rede de nós e links que consiste nos três modelos descritos anteriormente (Figura 18). A camada de armazenamento do AHAM trata os nós da estrutura da mesma forma que o modelo Dexter. Também existe a descrição das atividades dos mecanismos de adaptação (KOCH, 2000, p. 70, tradução nossa).

No AHAM o modelo de Domínio descreve a estrutura do sistema através de componentes. Os componentes são divididos em duas classes: conceitos e relações conceituais. Por sua vez os conceitos são divididos em dois grupos: atômico e composto. O conceito composto pode ser uma página ou um abstrato (KOCH, 2000, p. 70, tradução nossa).

O modelo de Usuário possui a missão de conhecer o nível de familiaridade do usuário com os conceitos. Além disso, o modelo de usuário deve conhecer a estrutura de navegação do usuário. Em relação à estrutura do modelo de usuário do AHAM, KOCH (2000, p. 70, tradução nossa) destaca alguns atributos:

- *Concept UID*: identificador único para o conceito;
- *User knowledge*: conhecimento do usuário relacionado a cada conceito, essa medição é feita através de valores, busca-se saber o quanto o usuário conhece sobre cada conceito no qual está relacionado.
- *Read*: Informações sobre os fragmentos ou páginas que o usuário lê ou busca, sobre o conceito. Este valor pode ser booleano (indicando se acessa ou não) ou uma lista de acesso contendo a quantidade de vezes.
- *Ready-to-read*: indica se o usuário possui conhecimento suficiente para satisfazer os pré requisitos de determinado conceito para poder ler sobre o assunto.

O modelo de Ensino é descrito como um conjunto de regras pedagógicas que determinam o funcionamento do sistema em relação a cada tipo de usuário. Essas regras podem ser definidas em dois tipos: genéricas e específicas. Uma regra pode alterar o valor de determinadas variáveis do ambiente de navegação, variáveis como identificadores (UID), atributos, âncoras (*Links*) e modos de apresentação (Layout). A adaptação pode ser feita utilizando um estado atual do modelo de ensino ou um novo estado que pode ser adquirido a partir da aplicação de uma nova regra (KOCH, 2000, p. 71, tradução nossa).

Na seção 2.3.3 será elucidado o Modelo de Referência Munich, bem como, sua relação com os dois modelos já apresentados (seções 2.3.1 e 2.3.2), tendo em vista a evolução e o diferencial do Munich para os Sistemas de Hipermídia.

### 2.3.3 Modelo Munich

Segundo Takikawa (2010, p. 26) “o modelo de referência Munich foi apresentado formalmente por Koch e Wirsing na II Conferência Internacional de Hipermedia Adaptativa e Sistemas Adaptativos baseados na Web, em 2002, em Málaga, na Espanha”.

De acordo com Koch e Wirsing (2002, p. 2) existe apenas um modelo de referência para Hipermedia Adaptativa, o AHAM, isso porque segundo os autores o Dexter é um modelo de referência para Hipermedia e não contempla elementos fundamentais da adaptação. Sendo assim, o Munich é fundamentado com base no modelo AHAM. Obviamente o Munich não deixa de ter relação com o Dexter, pois o AHAM é baseado diretamente no modelo Dexter.

A grande diferença entre o modelo Munich e o AHAM é o fato de o Munich ser orientado a objetos do ponto de vista da engenharia de software, enquanto o AHAM se concentra no banco de dados. Entretanto a arquitetura dos dois modelos é similar. Uma importante contribuição do AHAM para o Munich foi a linguagem das regras de adaptação. A principal atenção do Munich é a descrição formal e visual do sistema hipermedia. O Munich constitui a base para representação Web dos sistemas hipermedia, através da modelagem UML (KOCH; WIRSING, 2002, p. 2).

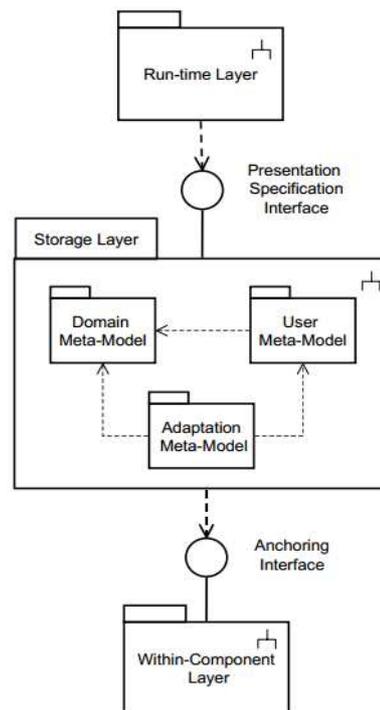


Figura 20 - Representação do Modelo Munich (KOCH; WIRSING, 2002, p. 3).

É possível notar na representação do modelo Munich (Figura 20) que os elementos que compõem a estrutura básica do modelo são os mesmos apresentados pelo AHAM (Figura 18), que por sua vez também apresenta alguns elementos do Dexter (Figura 15). O que se

percebe é uma evolução acrescida de modificações que atendam diretamente alguma necessidade. O AHAM surgiu para suprir a necessidade de adaptação que o Dexter desconsiderava. Já o Munich surge para suprir a necessidade de orientação a objetos e flexibilidade que o AHAM não apresentava.

Segundo Koch e Wirsing (2002, p. 2, tradução nossa) a *Run-time Layer* – Camada de Execução (Figura 20) contém a descrição da apresentação dos nós e links. Esta camada é responsável pela interação com o usuário, ela possui a responsabilidade de perceber ou adquirir o comportamento do usuário no processo de navegação. De acordo com Takikawa (2010, p. 27) “essa camada é responsável pelo gerenciamento de diferentes sessões para o usuário, gerando e apresentando instâncias de páginas e armazenando as modificações na camada de Armazenamento”.

Estudando detalhadamente o *Storage Layer* – Camada de Armazenamento (Figura 20) modelo Munich e de acordo com Koch e Wirsing (2002, p. 3, tradução nossa):

- *Domain Meta-Model* – Meta Modelo de Domínio: gere a estrutura básica da hipermídia do sistema em termos de mecanismos, através dos quais é possível estabelecer ligação entre os nós de navegação. Esses nós são tratados como recipientes de dados gerais, ou seja, uma página é tratada como um recipiente de dados.
- *User Meta-Model* – Meta Modelo de Usuário: gerencia o conjunto de usuários representados por seus atributos com o objetivo de personalizar a aplicação, ou seja, através dos atributos dos usuários (informações de navegação, conhecimento, objetivos, interesses) é possível adaptar o sistema.
- *Adaptation Meta-Model* – Meta Modelo de Adaptação: é constituído por um conjunto de regras que implementam a funcionalidade de adaptação, ou seja, regras que personalizam a aplicação.

De acordo com Koch e Wirsing (2002, p. 3, tradução nossa) o conteúdo e a estrutura dos nós de hipermídia (páginas) fazem parte da *Within-Component Layer* – Camada Interna do Componente (Figura 20), a estrutura desta camada depende da aplicação. A ideia de componente que existe desde o modelo Dexter permanece no processo de evolução dos modelos de referência, chegando ao Munich com o mesmo objetivo, descrever os componentes da camada de armazenamento. Segundo Koch e Wirsing (2002, p. 3, tradução nossa) a funcionalidade de hipermídia adaptativa em sistemas é especificada por três operações básicas:

- *Authoring operations* – Operação de Criação: existe para atualizar os componentes, para criar regras, como por exemplo, para criar um link que leve direto a um componente. Além disso, esta operação pode excluir componente ou regras.
- *Retrieval operations* – Operação de Recuperação: existe para permitir o acesso da hipermídia, da estrutura do domínio e do usuário, por exemplo, para obter um componente ou uma regra ou a descrição de determinado usuário em relação a algum componente.
- *Adaptation operations* – Operação de Adaptação: existe para adaptar dinamicamente o conteúdo do modelo de usuário e de acordo com o modelo de usuário adaptar a apresentação do estado atual do modelo.

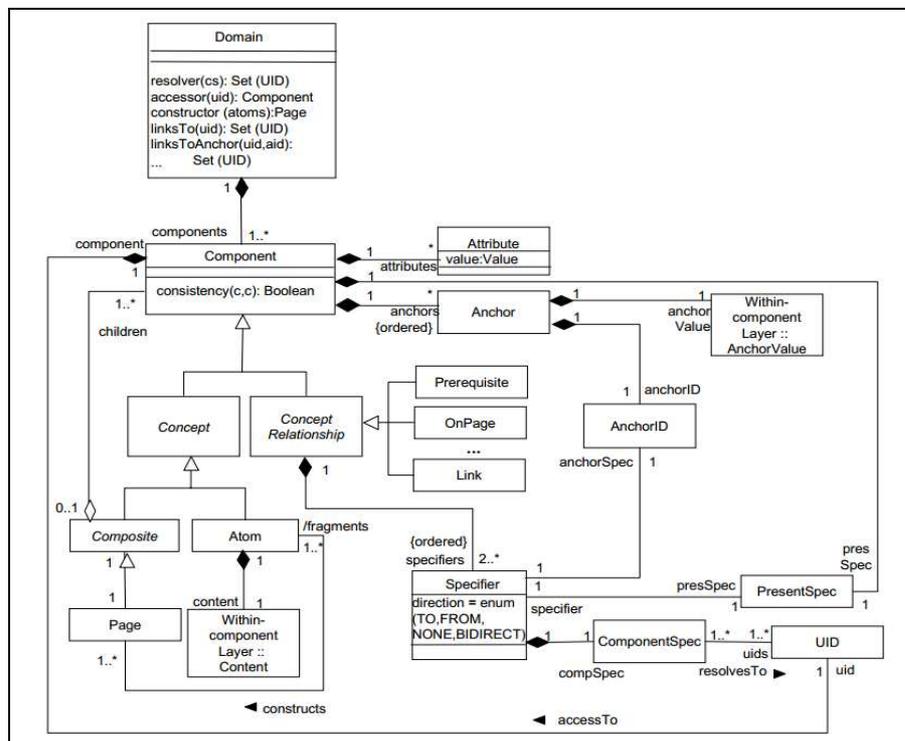


Figura 21 - Modelo de Domínio do Munich (KOCH; WIRSING, 2002, p. 4).

A visão do Modelo de Meta Domínio do Munich (Figura 21) descreve a estrutura da hipermídia com um conjunto finito de componentes junto com três operações principais: `resolver()`, `accessor()` e `constructor()`. Cada componente tem uma identidade global exclusiva (UID), com as operações citadas é possível “recuperar” e “construir” componentes adaptativos. Assim como no Dexter e AHAM o Munich também possui o conceito de âncoras que consiste em duas partes: um ID da âncora e o valor. O ID da âncora



(*DependentAttr*), este atributo possui relacionamento direto com o MD; o outro tipo é o atributo independente de domínio (*IndependentAttr*). Além disso, o MU possui um gerenciador de modelo de usuário (*UserManager*), responsável pelo gerenciamento da estrutura do MU. Portanto estes elementos descritos compõem o Modelo de Usuário do Munich.

Além dos modelos de domínio (MD) e usuário (MU) a camada de armazenamento do Munich é composta também pelo Modelo de Adaptação (MA):

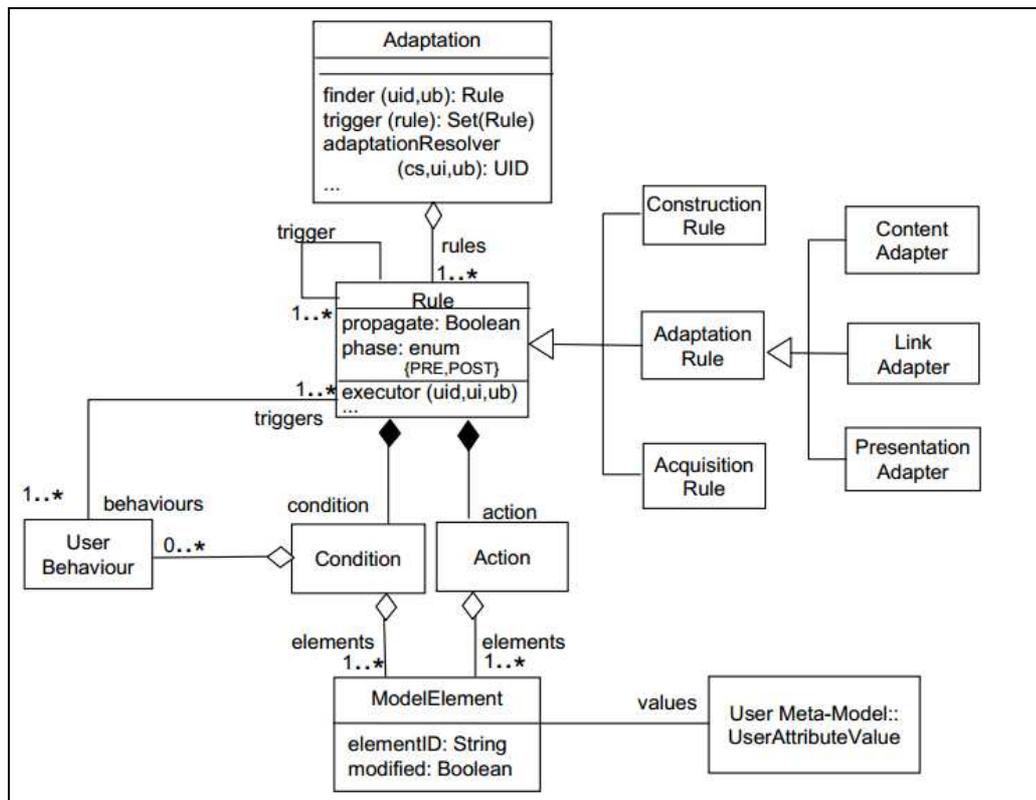


Figura 23 - Modelo de Adaptação do Munich (KOCH, 2002, p. 95).

O Modelo de Adaptação do Munich (Figura 23) apresenta a estrutura definida por Koch para proporcionar a representação de regras no SHA. Neste modelo existe uma definição quanto ao tipo de regra, sendo que, elas podem ser genéricas ou específicas. As genéricas podem ser aplicadas a qualquer instância do Modelo de Domínio, já as específicas podem ser aplicadas apenas a uma determinada instância.

No modelo de Adaptação (Figura 23) pode-se observar a classe *Adaptation* que possui as funções de gerenciamento, esta classe possui relacionamento direto com a classe *Rule* que contempla as regras de adaptação. Essas regras estão diretamente ligadas a dois fatores preponderantes: o comportamento do usuário representado pela classe

UserBehaviour e os tipos de regras, que podem ser de construção (ConstructionRule), de adaptação (AdaptationRule) ou regras de aquisição (AcquisitionRule).

As regras de adaptação (AdaptationRule) se dividem em três tipos: adaptador de conteúdo (ContentAdapter), adaptador de link (LinkAdapter) e adaptador de Apresentação (PresentationAdapter).

Além disso, as regras (Rule) são compostas por condição (Condition) e ação (Action). Para cada condição, existe uma ação definida para ser executada de acordo com o Modelo de Usuário (User Meta-Model). Sendo assim, de acordo com a interação do usuário com o sistema hipermídia, as regras de adaptação irão estabelecer uma comunicação direta com o modelo de usuário e domínio para definir quais regras são preponderantes para o contexto da adaptação.

Segundo Takikawa (2010, p. 26) o modelo Munich cumpre bem o papel de: ser um modelo para aplicações hipermídia baseado no AHAM e conseqüentemente no modelo Dexter; aperfeiçoar a camada de armazenamento com o Modelo de Usuário atuante; modelar a funcionalidade e as regras de adaptação, utilizar abordagem orientada a objetos; elaborar uma especificação formal do domínio da aplicação; usar terminologia geral, independente do domínio de aplicação. O resultado foi uma especificação formal, orientada a objetos, baseada em modelos UML e linguagem OCL (*Object Constraint Language*).

Sendo assim, finaliza-se o conteúdo conceitual deste trabalho, na próxima seção (seção 3) será descrita a metodologia utilizada durante as etapas de planejamento e execução deste projeto.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Local e Período

O desenvolvimento deste trabalho deu-se nas dependências do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA) bem como em residência própria, ambos localizados na cidade de Palmas-Tocantins. O trabalho foi realizado durante o primeiro semestre de 2012 e o primeiro semestre de 2013, como parte das disciplinas de “Trabalho de Conclusão de Curso I” e “Trabalho de Conclusão de Curso II”.

### 3.2 Materiais

Para realização deste trabalho foram utilizados softwares e referenciais teóricos. Os referenciais foram principalmente, artigos, projetos, teses de mestrado e doutorado e monografias. A principal ferramenta utilizada neste trabalho foi: Gliffy - ferramenta on-line para criação de diagramas diversos, entre eles UML.

### 3.3 Metodologia

A monografia desenvolve-se em forma de uma pesquisa aplicada, cuja finalidade é modelar uma solução para a apresentação adaptativa de conteúdo no KONNEN. A abordagem da monografia é realizada de forma quanti-qualitativa, pois apresenta resultados teóricos e práticos, sendo os teóricos reconhecidos pela revisão de literatura e os práticos pela modelagem.

O objetivo metodológico é exploratório/descritivo, onde o foco é o entendimento do problema através de estudo de materiais relacionados, exploração de experiências, pesquisas bibliográficas, relação entre técnicas, modelos e métodos, a fim de atingir um dado objetivo.

O processo de desenvolvimento da monografia deu-se por algumas etapas, que são elas:

- Estudo dos conceitos relacionados à Hipermissão Adaptativa;
  - Levantamento bibliografia referente aos conceitos da Hipermissão adaptativa:
    - Sistemas de Hipermissão Adaptativa;
    - Modelo de Usuário;
    - Modelo de Domínio;

- Modelo de Adaptação;
- Estudo dos modelos de referência
  - Modelo Munich
  - Modelo Dexter
  - Modelo AHAM
- Análise e adequação da bibliografia à realidade da monografia – utilização dos conceitos, afim de, subsidiar o entendimento;
- Definição de técnicas e métodos e modelo de referencia a serem utilizados – etapa de análise das técnicas, métodos e modelos necessários para o alcance dos objetivos;
- Modelagem do módulo de Apresentação Adaptativa:
  - Definição do Modelo de Domínio;
  - Definição do Modelo de Usuário;
  - Definição do Modelo de Adaptação;

O processo de iteração bem como cada etapa é representado na Figura 24:

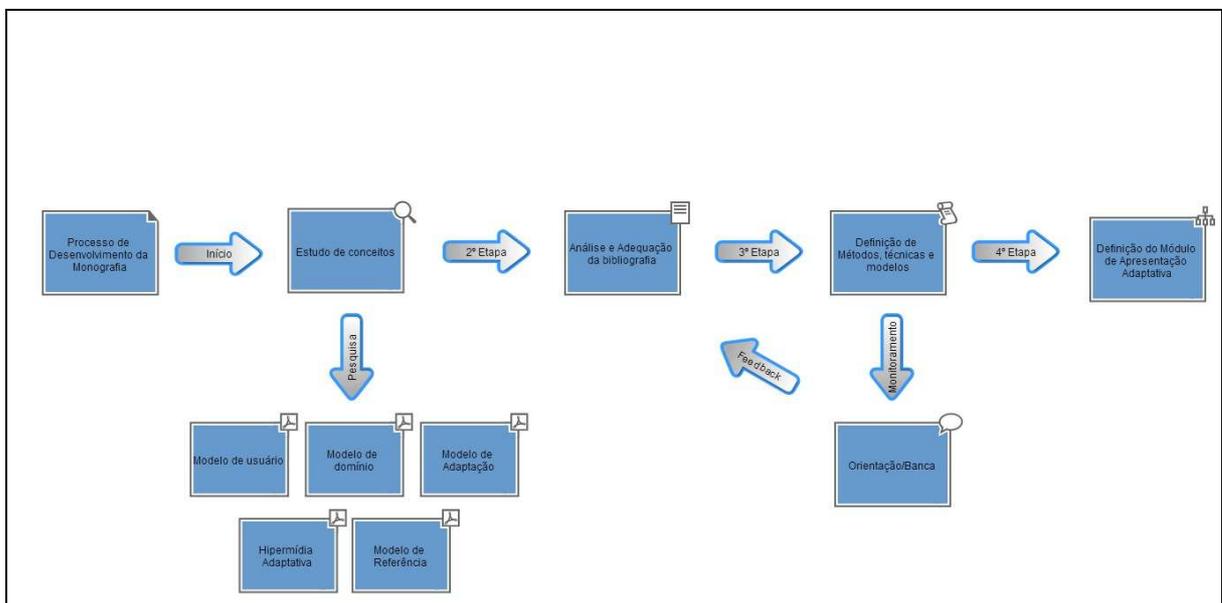


Figura 24 - Processo de Desenvolvimento da Monografia

A Figura 24 mostra o processo de desenvolvimento da Monografia, bem como todas as etapas que fazem parte, desde o início até a definição do módulo de Apresentação Adaptativa. Para auxiliar neste processo sempre foi executada atividades de avaliação, a

avaliação e monitoramento foram executados pelo professor orientador Fabiano Fagundes. Este monitoramento foi realizado periodicamente através de documentos produzidos durante as iterações.

Um Sistema de Hipermissão Adaptativa é constituído por três elementos principais, sendo eles: Modelo de Usuário, Modelo de Domínio e Modelo de Adaptação. Estes modelos são desenvolvidos com o objetivo de criar padrões a serem seguidos em um sistema, de forma que possa existir a adaptação de conteúdo de acordo com esses padrões.

Neste trabalho optou-se pela utilização do Modelo de Referência Munich, pois compreende as características necessárias para a definição do módulo de apresentação adaptativa de artigos científicos no KONNEN, como utilização da terminologia UML e agregação dos principais conceitos dos outros modelos.

A escolha deste modelo deu-se da seguinte forma – foi realizada uma análise de cada modelo de referência em como, comparação entre os trabalhos relacionados, a fim de subsidiar o processo de escolha, isto foi executado na etapa de definição de técnicas, método e modelos. Nesta etapa foi constatado que a evolução dos modelos de referência ocorreu paulatinamente, ou seja, em etapas que surgiram em tempos distintos da história, o Modelo Munich atualmente é considerado uma evolução dos modelos Dexter e AHAM, isso significa que eles não são totalmente concorrentes, mas sim, uma complementação um do outro. Sendo assim, optou-se pela utilização do modelo considerado pelos autores como completo e adequado às necessidades deste tipo de projeto, que exige flexibilidade na modelagem, fácil interpretação, representação intuitiva e principalmente, utilização da linguagem UML que é comumente utilizada no meio acadêmico.

O Munich é composto por três camadas: camada de execução; camada de armazenamento e camada interna de componentes. A definição destas três camadas constitui a definição do módulo de apresentação adaptativa.

A camada de armazenamento do Munich é composta pelos três elementos principais de um SHA, o Modelo de Usuário, Modelo de domínio e Modelo de Adaptação. A definição destes três modelos é o principal marco do projeto, pois juntos eles proporcionam a adaptação do conteúdo. Além disto, para este trabalho foram utilizados alguns métodos da Apresentação Adaptativa: explicação adicional; explicação requerida; explicação comparativa; e classificação de fragmentos.

Para que fosse possível a implementação destes métodos foi necessária a utilização de técnicas de Apresentação Adaptativa. Dentre as técnicas apresentadas neste trabalho, foram utilizadas: texto condicional e frames.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos no processo de definição de um módulo de adaptação para recomendação de artigos científicos na Rede KONNEN.

Diversos conceitos foram apresentados neste trabalho, com o principal objetivo de fornecer métodos e técnicas que possibilitem a definição do módulo de adaptação. Entre os principais conceitos apresentados, pode-se destacar o de SHA, que define as características gerais dos sistemas de adaptação de hipermídia.

A definição de um módulo de adaptação é composta por diversas estruturas que estão diretamente ligadas ao conceito de SHA. Durante este processo de definição do módulo de adaptação foi possível entender que a melhor forma de agregar valor ao modelo de adaptação seria seguir um modelo de referência que foi aplicado, testado e utilizado pelos principais autores da área de estudo da hipermídia adaptativa.

A seção 2.3 apresentou os modelos de referência, sendo eles: Dexter, AHAM e Munich. Destes modelos, o que melhor se adequa à necessidade deste projeto é o Munich, pois, além de ser baseado na estrutura de linguagem UML, também é composto por partes de cada um dos outros modelos utilizando terminologia geral, ou seja, ele busca identificar os termos genericamente utilizados em outros modelos. Além disto, o Munich permite a representação dos elementos de forma que seja possível identificar os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação.

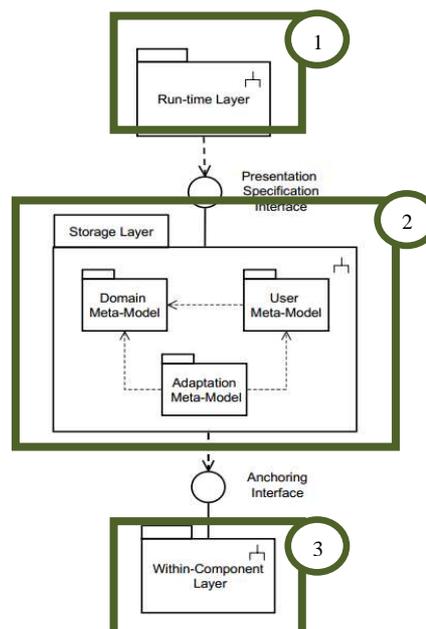


Figura 25 - Estrutura de Camadas do Munich - especificações

Em regras práticas o Munich é dividido em camadas (Figura 25) e o relacionamento destas camadas forma um módulo, neste caso um módulo de apresentação adaptativa. A

estrutura do Munich é formada por: camada de armazenamento ou estrutura lógica de componentes (2), camada de execução também conhecida como interface (1) e camada interna de componentes (3), ou Base de dados. Neste trabalho não serão definidas as camadas 1 e 3, pois, as mesmas são definidas no processo de desenvolvimento da aplicação, ou seja, da rede KONNEN.

Então, para o alcance do objetivo deste trabalho é necessária a definição de cada um destes modelos pertencentes à camada de armazenamento (2) do modelo Munich. Os esforços deste trabalho são para entender e aplicar a modelagem de cada uma destas estruturas pertencentes à camada de armazenamento (2), de forma que seja possível realizar a apresentação adaptativa de artigos científicos na rede. Inicialmente será apresentada a estrutura da rede, na seção 4.1.

#### 4.1 Rede KONNEN

Os requisitos definidos pela equipe de desenvolvimento do KONNEN são estabelecidos de acordo com os aplicativos aos quais pertencem. De acordo com a Arquitetura do Sistema, o KONNEN é composto por Aplicativos que são subsistemas e trabalham em múltiplas camadas com base no conceito de *plug-ins*, permitindo o incremento das funcionalidades no decorrer de demandas. Os aplicativos são: activityStreams; security; applications; search; dashboard; profile; communication; content; social. A Figura 26, a seguir, apresenta a estrutura em camadas do KONNEN.

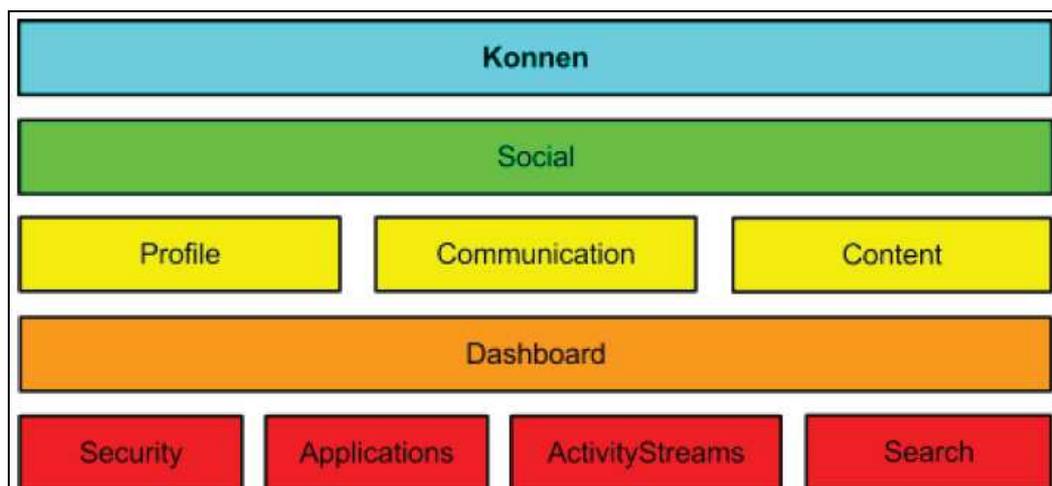


Figura 26 - Arquitetura KONNEN – Aplicativos (SOUZA et al, 2012)

De acordo com a Figura 26, existem 5 camadas de aplicativos que são elas:

- Camada Vermelha: são os aplicativos do sistema (*Security, Applications, ActivityStreams, Search*). Eles são aplicativos básicos, que podem ou não ter interface gráfica e são utilizados por outros aplicativos;
- Camada Laranja: são aplicativos intermediários (*Dashboard*). Este aplicativo é básico para o sistema, mas está entre o sistema e o usuário, pois representa a área de trabalho que reúne informações de outros aplicativos do usuário;
- Camadas Amarela e Verde: são aplicativos de usuário (*Profile, Communication, Content e Social*). Estes aplicativos permitem a interação entre usuário e sistema, eles utilizam as camadas dos níveis inferiores.

Tendo esclarecido a arquitetura do KONNEN, a próxima etapa é a definição do Modelo de Domínio. Sendo assim, na seção 4.2 será elucidada e apresentada a camada de armazenamento proposta para o módulo de adaptação para recomendação adaptativa de artigos científicos na rede KONNEN.

Esta camada é responsável por definir os principais módulos para o contexto adaptativo. A fim de complementar estes módulos, existem alguns métodos e técnicas que também podem ser utilizados durante a definição do processo de adaptação. Os métodos e técnicas utilizados neste projeto são os de apresentação adaptativa.

## 4.2 Camada de Armazenamento

A camada que evidencia o módulo de apresentação adaptativa é a de armazenamento:

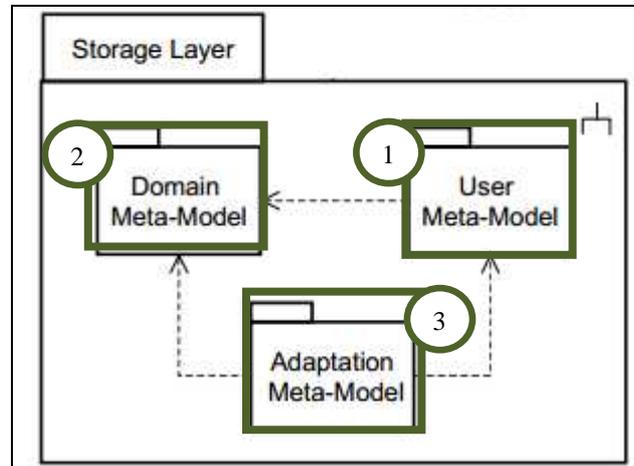


Figura 27 - Camada de Armazenamento Modelo Munich.

Esta camada (Figura 27) é composta por três modelos, que foram discutidos neste trabalho: modelo de usuário (1), modelo de domínio (2) e modelo de adaptação (3).

Nas próximas seções, serão apresentadas as definições de cada um dos modelos da camada de armazenamento do Munich aplicados ao contexto deste trabalho. A subseção 4.2.1 apresentará o Modelo de Domínio (2), a subseção 4.2.2 o Modelo de Usuário (1) e a subseção 4.2.3 o Modelo de Adaptação (3).

### 4.2.1 Modelo de Domínio KONNEN (MD)

O modelo de domínio, como apresentado anteriormente (seção 2.2.3), é responsável por representar a estrutura dos conceitos relevantes para o contexto da adaptação. Se o objetivo é definir um módulo de adaptação para recomendação de artigos científicos, então, a estrutura do MD deve representar os elementos que compõem este contexto.

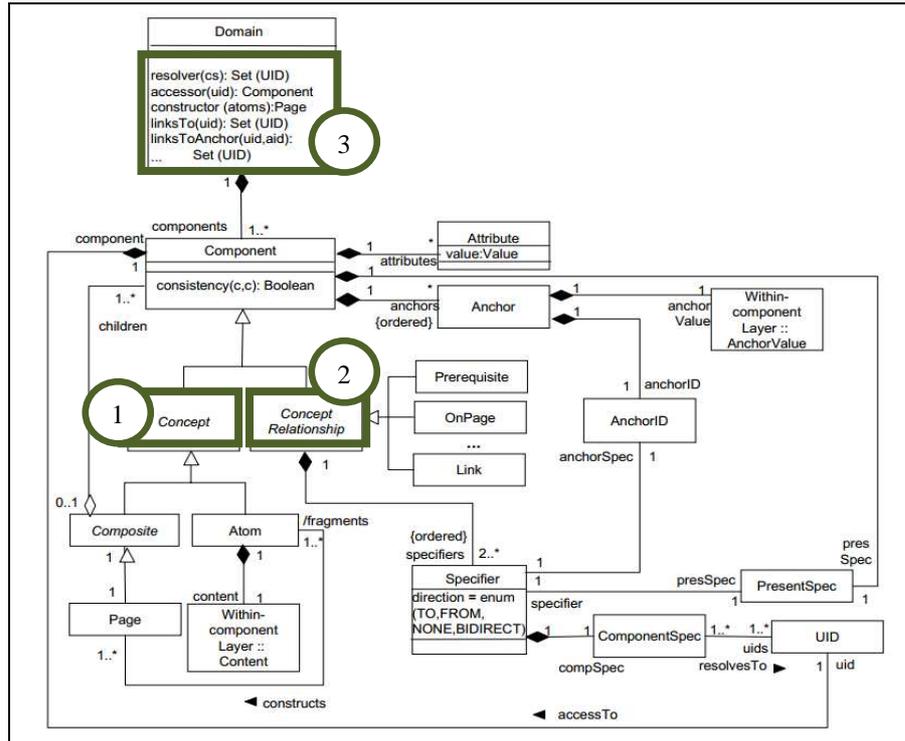


Figura 28 - Especificações do Meta-Modelo de Domínio nos Resultados

O MD (Figura 28) é composto por conceito/informações externas (1) e conceito/informações internas (2). Portanto, o esquema de representação do MD deve conter tanto informações que são diretamente ligadas ao contexto de adaptação quanto ao sistema em geral.

Além disso, o MD possui determinadas funções de gerenciamento (3), que contemplam a necessidade de manipulação do domínio. Essas funções permitem coleta de informações, armazenamento, exclusão e edição de informações que são consideradas relevantes para o contexto da aplicação.

A Figura 29 mostra o Modelo de Domínio proposto para o Módulo de Adaptação para recomendação de artigos científicos no KONNEN.

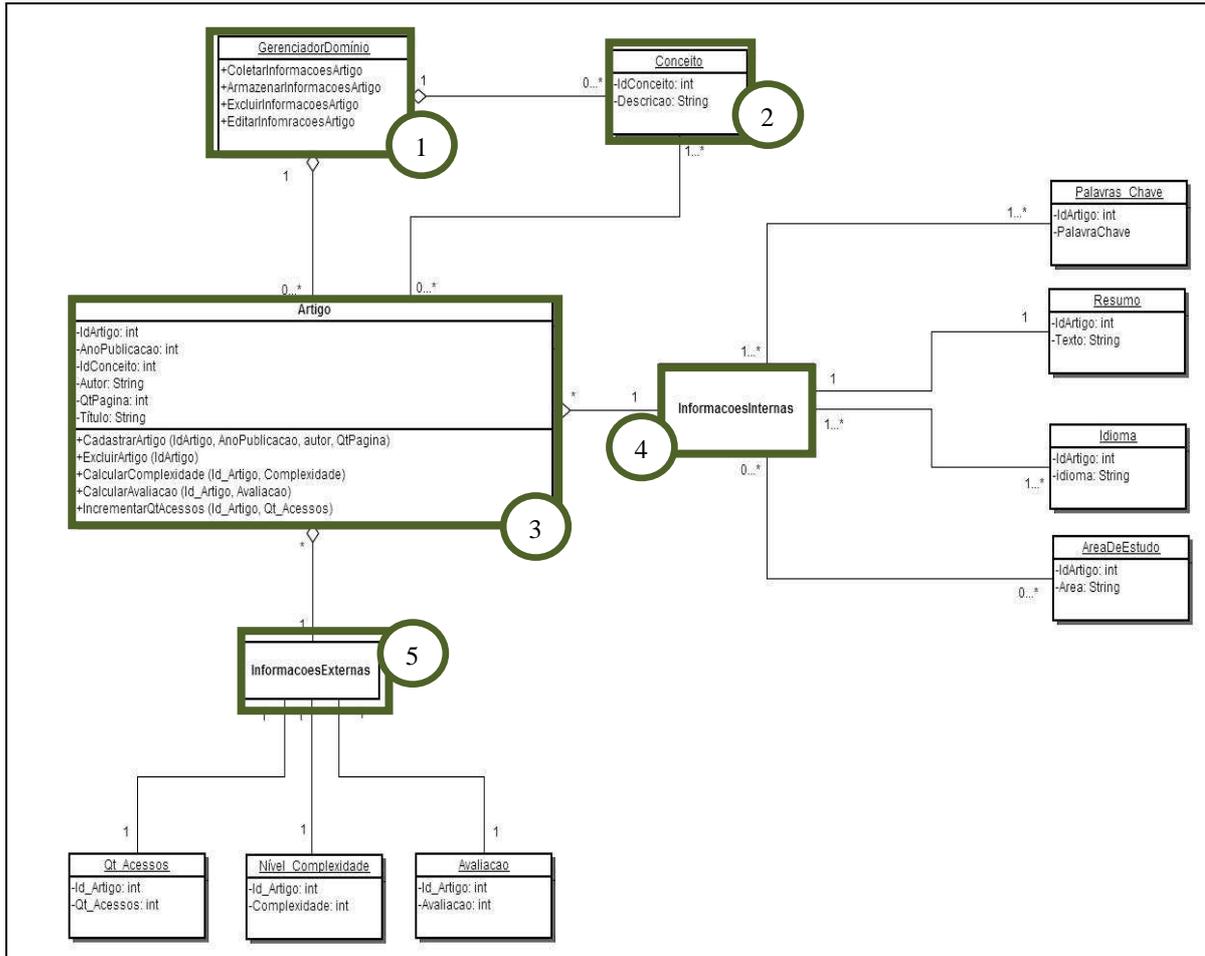


Figura 29 - Modelo de Domínio – Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos

No MD para o módulo de adaptação para recomendação de artigos científicos na rede KONNEN (Figura 29) é possível perceber a estrutura definida pelo Munich através da forma de apresentação dos elementos que compõem o modelo. Há um gerenciador das informações, chamado de `GerenciadorDomínio` (1) que possui as funções de:

- `ColetarInformacoesArtigo()`: função responsável por coletar as informações dos artigos científicos, tanto informações externas quanto informações internas. Como por exemplo, descobrir as palavras-chave de um artigo científico;
- `ArmazenarInformacoesArtigo()`: responsável por armazenar as informações dos artigos. Ou seja, gravar essas informações no banco de dados do módulo. Como por exemplo, armazenar o idioma em que determinado artigo é escrito;
- `ExcluirInformacoesArtigo()`: responsável por excluir as informações dos artigos. Como por exemplo, excluir a avaliação feita por um usuário ao artigo – este método trata da possível necessidade de excluir alguma informação que não seja considerada preponderante, no caso de um artigo ser excluído da base de dados, então todas as informações sobre este artigo também serão excluídas;

- `EditarInformacoesArtigo()`: responsável por alterar determinado item das informações do artigo. Como por exemplo, alterar ou acrescentar o conceito com o qual o artigo está relacionado.

O `GerenciadorDomínio` (1) possui relacionamento direto com dois componentes: `Artigo` (3) e `Conceito` (2).

O componente `Conceito` (2) é responsável por representar todo e qualquer tipo de conceito existente na estrutura de aprendizagem da rede, ou seja, o caráter educacional da rede implica a representação de conceitos educacionais. Por exemplo, todo artigo será relacionado a pelo menos um conceito. No caso de artigos da área de computação e informática os conceitos serão relacionados à sua subárea específica, assim, por exemplo, um artigo que trate de “protocolos TCP/IP” necessariamente estaria relacionado ao conceito de “Redes de Computadores”, pois é a área de estudo comumente utilizada.

Sendo assim, os artigos serão classificados de acordo com conceitos, o que facilita o processo de classificação e a análise de conhecimento do usuário. Por exemplo, um usuário pode classificar determinado artigo como relevante; o artigo pertence a um tipo de conceito; o modelo de adaptação entenderá que outros artigos que estejam classificados naquele tipo de conceito também podem ser relevantes para o usuário.

Além disso, o `GerenciadorDomínio` (1) possui também relacionamento direto com o componente `Artigo` (3). Este componente é tido como peça principal do MD, pois representa as informações consideradas relevantes para o contexto. Este componente é composto por atributos e funções, primeiramente serão apresentados os atributos:

- `IdArtigo` – identificador único para o artigo;
- `AnoPublicacao` – indica o ano de publicação do artigo;
- `IdConceito` – chave estrangeira para indicar o conceito ao qual o artigo pertence;
- `Autor` – indica o(s) autor(es) do artigo;
- `QtPagina` – armazena a quantidade de páginas do artigo;
- `Título` – indica o título do artigo.

Além de atributos o componente `Artigo` possui também funções:

- `CadastrarArtigo()`: função responsável por cadastrar os artigos no banco de dados; depois de cadastrado o `GerenciadorDomínio` coleta as informações do artigo;
- `ExcluirArtigo()`: função que permite a exclusão de algum artigo do MD;

- `CalcularComplexidade()`: função para cálculo do nível de complexidade de um artigo – é necessária a utilização de algoritmos especialistas no cálculo de complexidade, deve-se também definir quais os parâmetros (como por exemplo, análise de outro usuários, quantidade de páginas, tipo de tema tratado no artigo etc.) são necessários, neste algoritmos para que o cálculo seja realizado com sucesso;
- `CalcularAvaliacao()`: responsável por calcular a avaliação feita pelos usuários em relação aos artigos – método simples de cálculo de média aritmética (soma/quantidade);
- `IncrementarQtAcessos()`: função responsável por incrementar o valor da quantidade de acessos de um artigo.

Como é possível notar no MD (Figura 29) o componente `Artigo` (3) possui `InformacoesInternas` (4) e `InformacoesExternas` (5):

O item `InformacoesInternas` (4) é composto por elementos que caracterizam as informações do domínio e do objeto de trabalho, estes elementos são: `Palavras_Chave`; `Resumo`; `Idioma`; `AreaDeEstudo`. Já o item `InformacoesExternas` (5) possui os elementos: `Qt_Acessos`, `Nível_Complexidade`, `Avaliacao`.

Sendo assim, o MD do Módulo de Adaptação para recomendação de artigos científicos na Rede KONNEN (Figura 29) é composto pelas informações consideradas relevantes para este contexto.

Além do MD a camada de armazenamento do Modelo Munich possui dois outros componentes, sendo eles: Modelo de Usuário e Modelo de Adaptação. Na próxima seção (4.2.2) será apresentado o Modelo de Usuário criado para o Módulo de Adaptação para recomendação de artigos científicos na rede KONNEN.

#### 4.2.2 Modelo de Usuário KONNEN (MU)

O Modelo de Usuário, como apresentado anteriormente (seção 2.2.1), é responsável por descrever as características relevantes do usuário para o contexto de adaptação. Essas características podem ou não possuir relação direta com o domínio. Isto pode ser comprovado na descrição feita por Koch, onde a autora apresenta os atributos dependentes e independentes do domínio.

Assim como o MD, o MU também foi descrito formalmente por Koch e Wirsing (seção 2.3.3). Este modelo faz parte da camada de armazenamento do Munich, assim como os modelos de domínio e adaptação.

A Figura 28, apresentada a seguir, mostra o Modelo de Usuário para o módulo de adaptação para recomendação de artigos científicos na rede KONNEN.

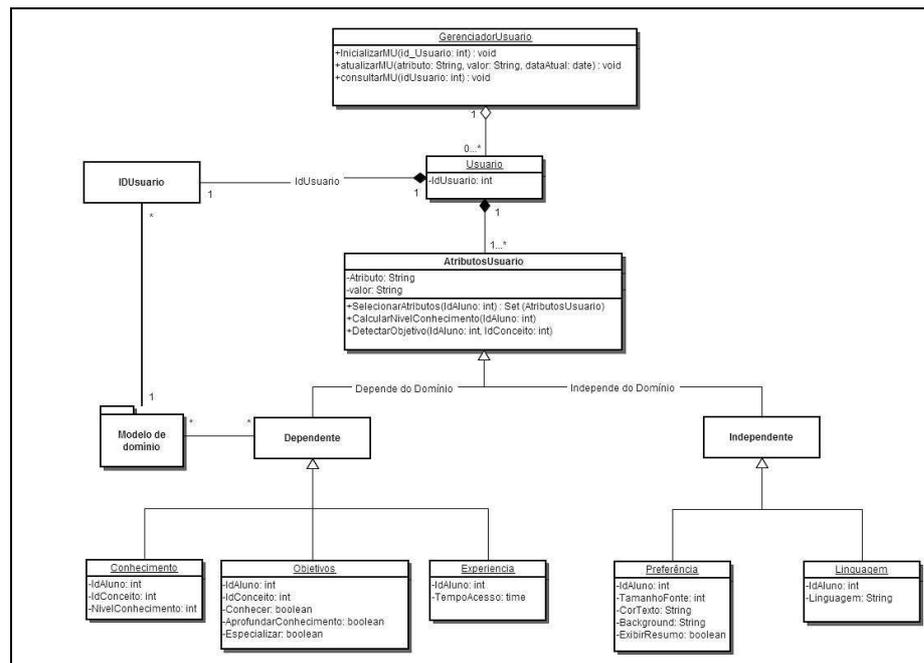


Figura 30 - Modelo de Usuário - Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos

O MU do Módulo de Adaptação para recomendação de artigos científicos na Rede KONNEN é estruturado com base no modelo apresentado por Koch (Figura 30) e é composto por:

- GerenciadorUsuario: responsável por gerenciar o processo de inicialização, atualização e consulta ao modelo;
- Usuario: elemento composto pelas informações identificadoras do usuário no modelo;
- IDUsuario: elemento que estabelece relacionamento entre o MU e MD, sendo assim é possível que o domínio conheça o usuários e tenha acesso às suas informações.
- AtributosUsuario: são as informações consideradas relevantes para o contexto da adaptação. Como visto anteriormente (seção 2.3.3), os atributos dos usuários dividem-se em dois principais elementos:

- o Dependente: este elemento representa os atributos dependentes do domínio no contexto de adaptação, todos estes atributos descritos foram elucidados anteriormente (seção 2.2.1.3) e são eles:
  - Conhecimento: é o conhecimento que o usuário possui em relação a determinado elemento. Neste caso (Modelo de Usuário) o conhecimento será a respeito de conceitos. Estes conceitos já estão representados no Modelo de Domínio, portanto, será realizada a análise do nível de conhecimento do usuário em relação aos conceitos com o qual possui relação. Dependendo do conhecimento do usuário, o modelo de adaptação poderá tomar decisão em relação a quanto os artigos são realmente indicados para aquele usuário, isso, através da utilização de algoritmos próprios para este tipo de análise, como por exemplo, utilização das redes bayesianas.
  - Objetivos: diz respeito aos objetivos do usuário dentro do contexto adaptativo, neste caso, o usuário poderá objetivar o acesso ao conhecimento de algum conceito, ao aprofundamento de seus conhecimentos ou a uma especialização.
  - Experiencia: a experiência mede o quanto o usuário já usou ou sabe a respeito do contexto de adaptação. Neste caso será medido o tempo de acesso do usuário. Toda vez que o usuário iniciar uma seção da rede será contado o tempo de acesso.
- o Independentes: este elemento representa os atributos independentes do domínio no contexto de adaptação. Assim como os dependentes, estes atributos foram elucidados anteriormente (seção 2.2.1.3):
  - Preferencia: diz respeito às preferências que o usuário possui em relação a determinado item que não faz necessariamente parte do domínio. Neste caso, os itens escolhidos para fazer parte da preferência são: tamanho da fonte (`TamanhoFonte`), cor do texto na página (`CorTexto`), cor de fundo da página (`Background`) e se o usuário prefere ou não visualizar o resumo do artigo (`ExibirResumo`).
  - Linguagem: este atributo busca identificar alguma outra linguagem de preferência do usuário em relação a idiomas. Isto pode facilitar o modelo de adaptação a direcionar artigos estrangeiros.

Os elementos descritos no MU buscam identificar as informações relevantes do usuário para o contexto da adaptação.

É importante ressaltar que o MU é dinâmico, sendo assim, é possível adicionar ou retirar elementos. Quando um item deixa de ser relevante para o contexto este mesmo pode ser retirado, ou então, quando surge um novo atributo ele pode ser adicionado. Isto é possível em função da existência do método `atualizarMU()` existente no `GerenciadorUsuario`.

Na próxima seção (4.2.3) será apresentado o Modelo de Adaptação, bem como os métodos e técnicas que implementam as regras de adaptação.

#### 4.2.3 Modelo de Adaptação KONNEN (MA)

O Modelo de Adaptação é baseado diretamente em regras que são desenvolvidas a partir do comportamento do usuário. Por exemplo, se o usuário demonstra através do processo de interação que prefere elucidações de conceitos através do método de exemplos, então o sistema de adaptação irá apresentar os exemplos relativos a determinado conteúdo, maximizando a experiência do usuário com o sistema.

Para este projeto optou-se pela utilização de métodos e técnicas comumente utilizados na área de SHA, como visto na seção 2.2.4. A adaptação pode ser dividida em duas partes: a apresentação adaptativa (subseção 2.2.4.1) e a navegação adaptativa (subseção 2.2.4.2). Neste trabalho serão utilizados os métodos e técnicas referentes à apresentação adaptativa.

A apresentação adaptativa foi escolhida, pois a finalidade deste projeto é tornar a apresentação de artigos científicos compatível com o modelo de usuário. O foco da navegação adaptativa é principalmente oferecer orientação ao usuário no processo de navegação, logo, não faz parte do escopo deste trabalho.

Na tecnologia de navegação adaptativa o usuário é acompanhado nos caminhos que percorre no sistema - a cada página visitada é registrado o caminho percorrido. Com isso é possível encontrar padrões de navegação e oferecer ao usuário links diretos, uma forma de criar atalhos diretos às páginas mais visitadas pelo usuário. Sendo assim, considera-se que a navegação adaptativa, apesar de sua importância em determinados contextos não oferece contribuição considerável para o alcance dos objetivos deste projeto devido principalmente ao fato do projeto ser específico para a recomendação de artigos.

A Figura 30 destaca a tecnologia de adaptação (subseção 2.2.4.1) escolhida para ser aplicada neste projeto:

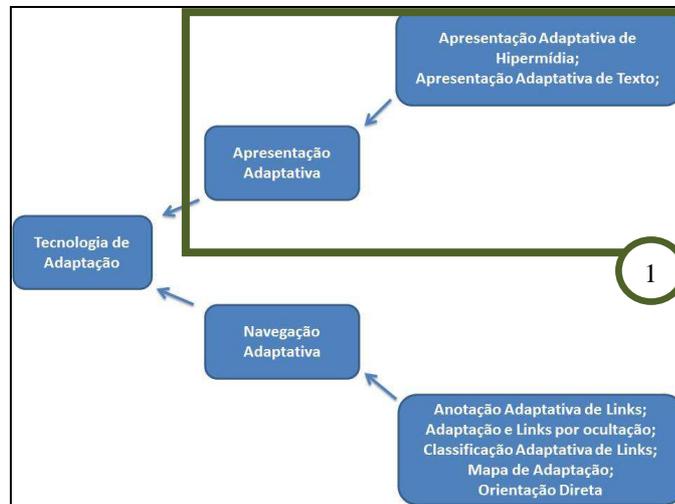


Figura 31 - Especificação da Tecnologia de Adaptação Utilizada no Projeto.

Na figura 31 é possível visualizar em destaque (1) os itens relevantes para definir o MA da camada de armazenamento. Métodos (subseção 2.2.4.1.1) e técnicas (subseção 2.2.4.1.2) da apresentação adaptativa que serão utilizados neste trabalho:

- Métodos:
  - **explicação adicional:** é importante que o usuário do KONNEN receba somente artigos que estejam de acordo com suas características. Este método trata diretamente desta particularidade, de ocultar elementos que não satisfaçam critérios básicos do usuário e que se necessário apresentar explicações adicionais ao artigo estudado;
  - **explicação requerida:** como o objetivo é a apresentação adaptativa de artigos científicos, é possível que no processo de recomendação o usuário receba artigos que necessitam de alguma explicação à respeito de seu conteúdo, sendo assim, o sistema irá apresentar (se disponível) ao usuário o conteúdo requerido para o entendimento do elemento recomendado. Isso será possível através da análise das características do usuário definidas no Modelo de Usuário;
  - **explicação comparativa:** é possível que sejam recomendados ao usuário artigos que tratem de assuntos em comum. Neste caso é interessante que seja apresentada ao usuário uma comparação entre os elementos, destacando uma possível semelhança e até mesmo diferenças, podem ser comparados elementos como: palavras chaves, resumo, título, referências entre outros;

- **classificação de fragmentos:** este método será considerado para a ordenação dos artigos, sendo que os mais importantes serão apresentados primeiro, seguindo uma sequência estabelecida de acordo com regras no Modelo de Adaptação, para esta ordenação é levada em consideração as preferências do usuário.

Para que fosse possível a implementação destes métodos foi necessária a utilização de técnicas de Apresentação Adaptativas (subseção 2.2.4.1.2). Dentre as técnicas apresentadas neste trabalho, foram utilizadas:

- Técnicas:
  - **texto condicional:** esta técnica implementa praticamente todos os métodos, portanto é uma das mais importantes da Apresentação Adaptativa. Ela será responsável por implementar os métodos que tratam de comparações e verificações, sendo eles: Explicação Adicional; Explicação Requerida e Explicação Comparativa;
  - **frames:** essa técnica será utilizada para implementar a Classificação de Fragmentos, onde é necessária uma sobreposição do conhecimento do usuário sobre determinado artigo recomendado. Sendo que os artigos são apresentados por ordem de prioridade e levando em consideração principalmente o conhecimento e/ou preferência que o usuário possui em relação a um determinado assunto.

Relacionamento do Modelo de Adaptação com os métodos e técnicas da Apresentação Adaptativa:

Tabela 2 - Regras que Implementam os Métodos e Técnicas da Apresentação Adaptativa.

	<b>Texto Condicional</b>	<b>Frames</b>
<b>Explicação Adicional</b>	Regras 5, 4 e 3	-
<b>Explicação Requerida</b>	Regra 5	-
<b>Explicação Comparativa</b>	Regra 6	-
<b>Classificação de Fragmentos</b>	-	Regras 5 e 6

Levando em consideração os métodos e técnicas elucidados, é possível estabelecer a representação do Modelo de Adaptação para o Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos Científicos na rede KONNEN:

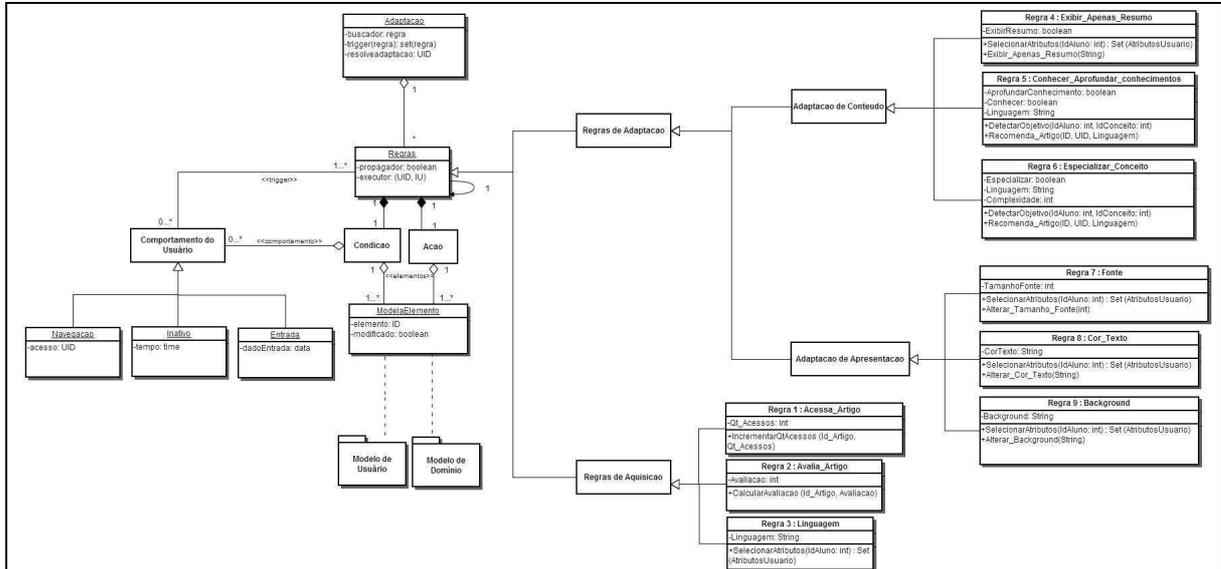


Figura 32 - Modelo de Adaptação - Módulo de Adaptação para Recomendação de Artigos

O Modelo de Adaptação (Figura 32) definido é composto pelos principais elementos definidos pelo modelo Munich. A estrutura lógica do modelo define que a cada interação do usuário com o sistema é possível que uma regra de adaptação seja disparada. As interações são chamadas de “Condicao” e o ato de interagir de “Comportamento do Usuário”. A cada “Condicao” satisfeita é disparada uma “Acao” definida por uma regra.

As regras são ações pré-definidas para serem executadas diante de uma ou mais condições. Neste trabalho adotou-se a implementação de “Regras de Adaptacao” e “Regras de Aquisicao”. As regras definidas neste trabalho foram:

Regra 1 : `Acessa_Artigo` [Regra de Aquisicao] – se o usuário acessa um artigo, então o item `Qt_Acessos` do artigo é incrementado, além disso é executada a função `CalcularComplexidade(Id_Artigo, Complexidade)` do artigo do MD (Figura 29), este método recebe a complexidade pois é necessária a média ponderada da complexidade de determinado artigo levando em consideração avaliações anteriores, quantidade de páginas, conceito relacionado.

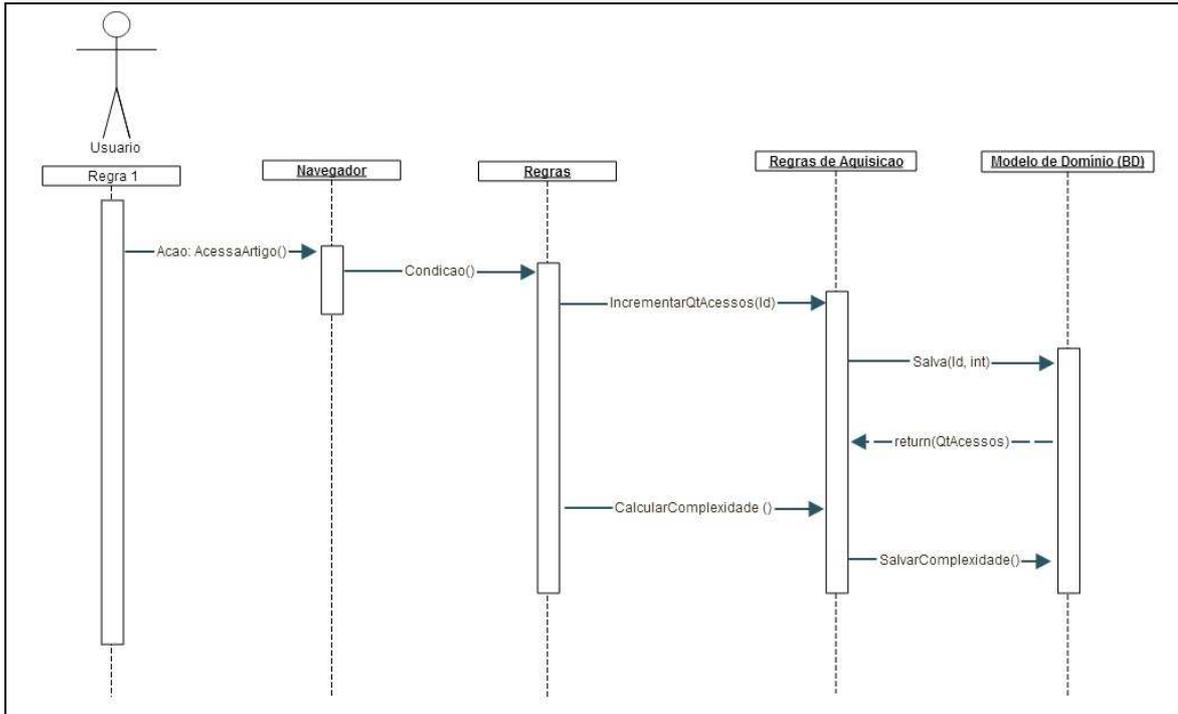


Figura 33 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 1

Regra 2 : Avalia\_Artigo [Regra de Aquisicao] – se o usuário avaliar um artigo, então, o item Avaliacao do artigo é incrementado através da função CalcularAvaliacao.

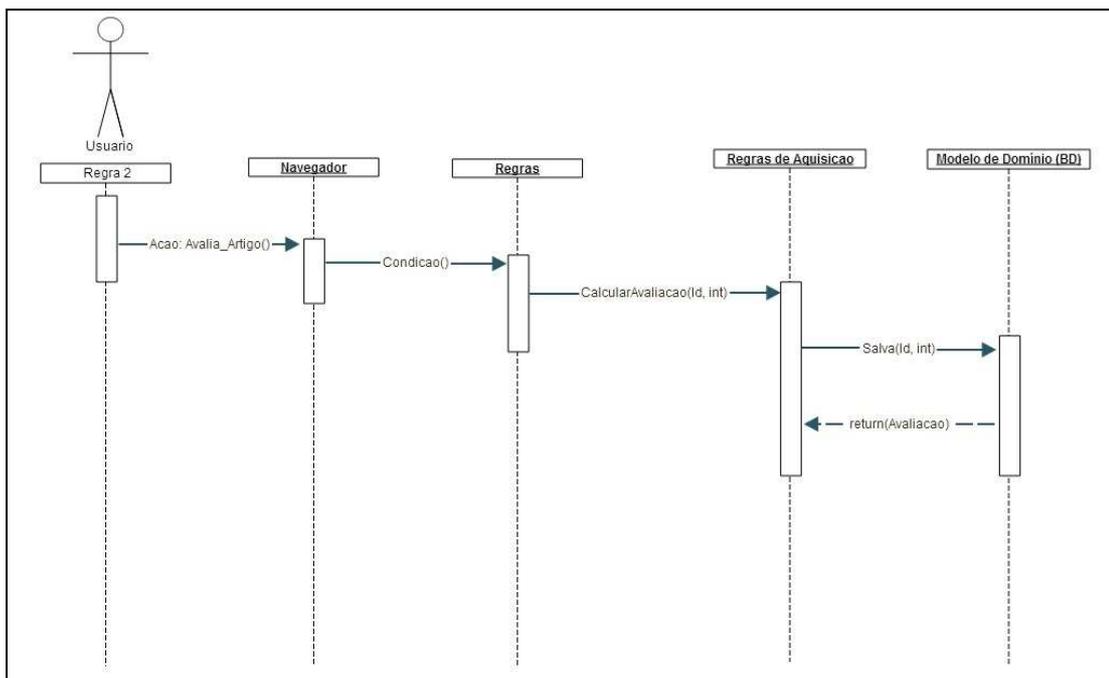


Figura 34 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 2

Regra 3 : Linguagem [Regra de Aquisicao]- se o usuário informar uma linguagem de sua preferência (exceto a materna) então, o item Linguagem do modelo de usuário será alterado, e serão indicados preferencialmente artigos que estejam de acordo com esse tipo de preferência.

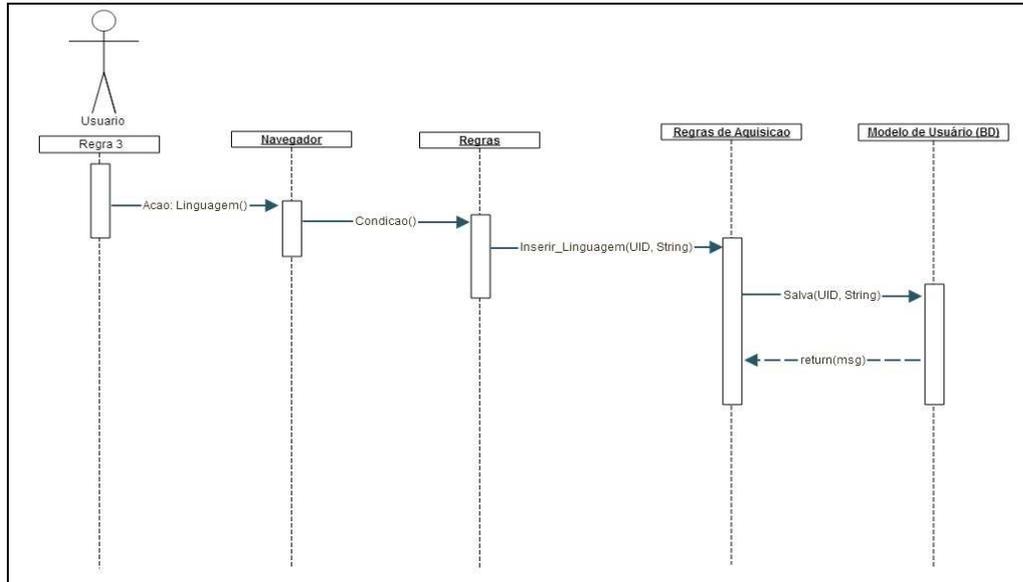


Figura 35 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 3

Regra 4 : Exibir\_Apenas\_Resumo [Regra de Adaptacao de Conteudo] – se o usuário selecionar a opção para exibição apenas do resumo do artigo, então, nos próximos artigos acessados o sistema irá exibir na página um resumo com a opção de ler todo o conteúdo.

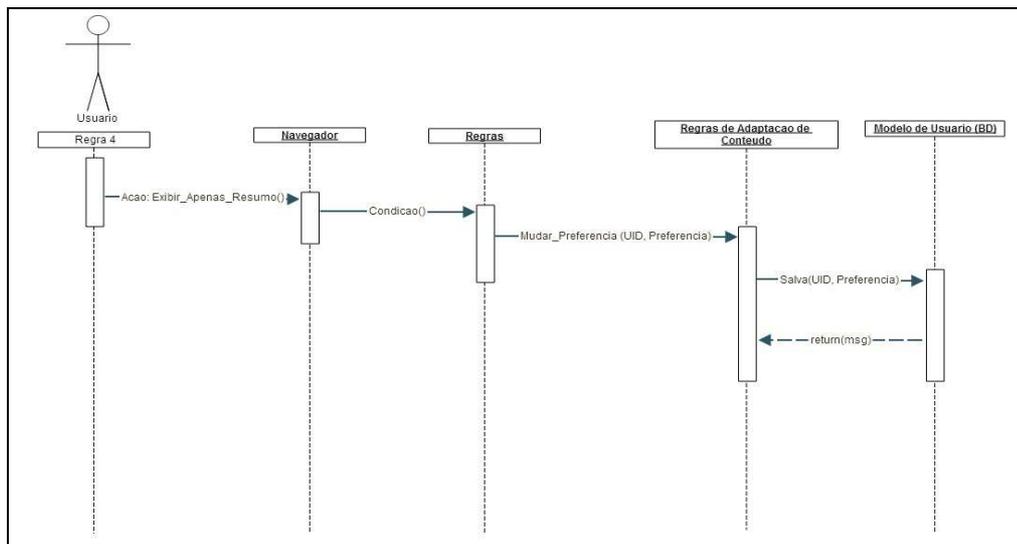


Figura 36 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 4

Regra 5 : Conhecer\_Aprofundar\_conhecimentos [Regra de Adaptacao de Conteudo] – se o usuário objetivar conhecer sobre determinado conceito ou aprofundar seus conhecimentos, então o sistema irá recomendar artigos que tenham conceitos relacionados.

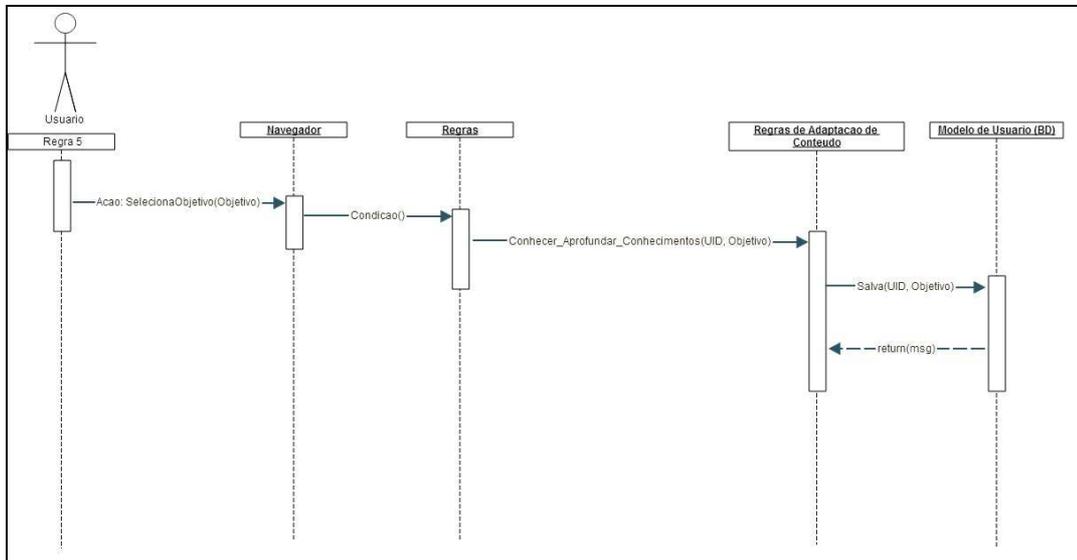


Figura 37 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 5

Regra 6 : Especializar\_Conceito [Regra de Adaptação de Conteudo] – se o usuário objetivar especializar-se em determinado conceito, então o sistema irá recomendar artigos que tenham os conceitos relacionados e um nível de complexidade maior, a diferença desta regra para a anterior (Regra 5) está no fato de que esta trata diretamente da especialização com utilização de artigos com complexidade maior do que o acessado.

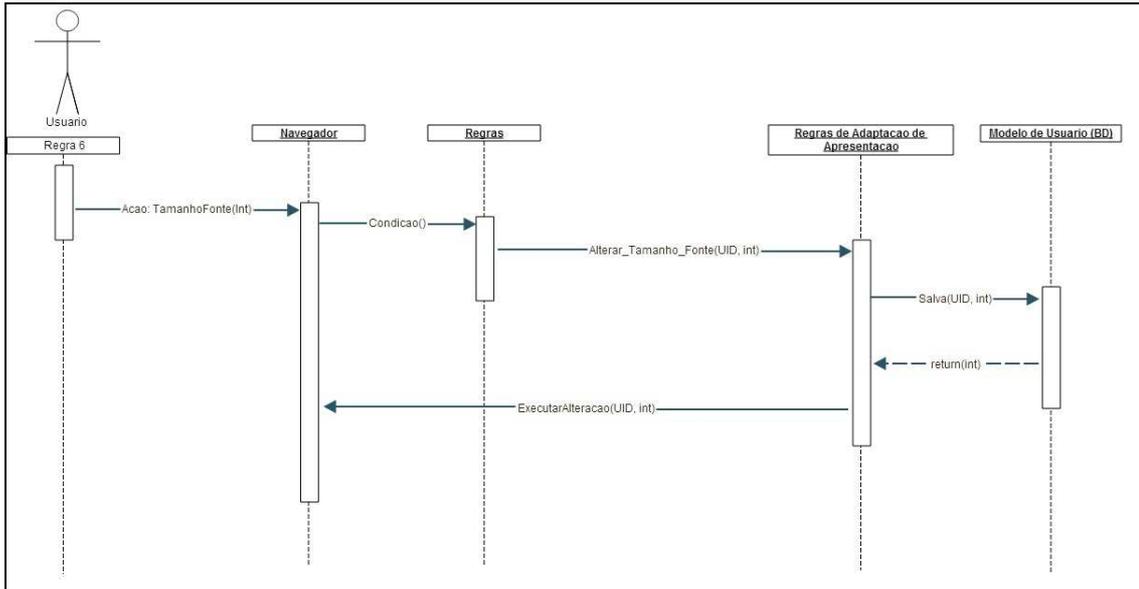


Figura 38 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 6

Regra 7 : Fonte [Regra de Adaptacao de Apresentacao] – se o usuário informar o tamanho da fonte ideal para a leitura, então o sistema irá alterar o tamanho da fonte, de acordo com o estipulado.

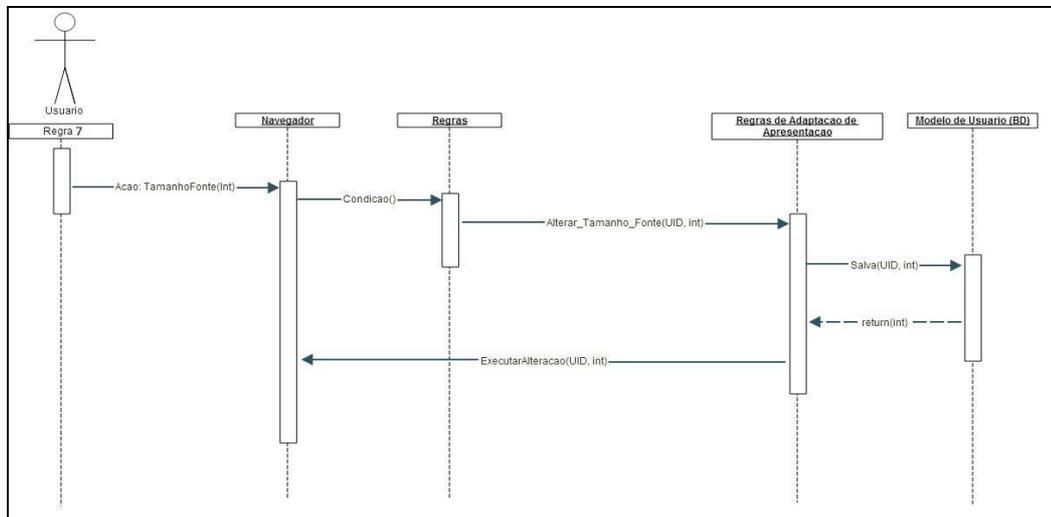


Figura 39 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 7

Regra 8 : Cor\_Texto [Regra de Adaptacao de Apresentacao] – se o usuário informar a cor do texto, então, o sistema irá alterar a cor do texto padrão para o usuário.

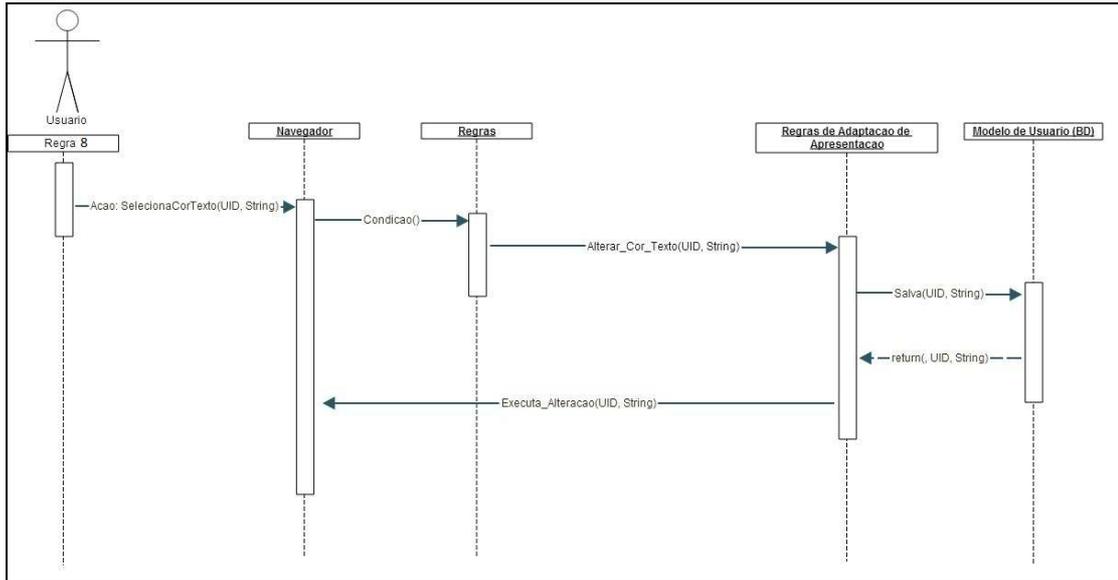


Figura 40 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 8

Regra 9 : Background [Regra de Adaptacao de Apresentacao]  
 – se o usuário informar a cor de fundo da página, então o sistema irá alterar o *background* para satisfazer a preferência do usuário.

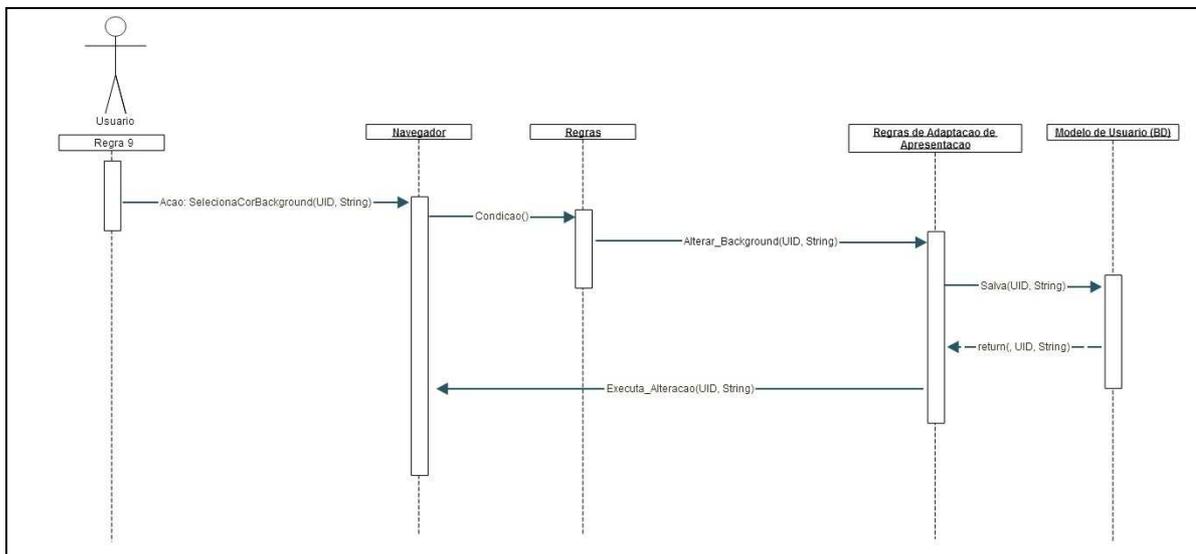


Figura 41 - Diagrama de Sequência de Projetos Regra 9

A adaptação é, portanto, constituída por um conjunto de regras descritas textualmente ou formalmente através da linguagem UML. Embora, não aja uma forma automática para construção das regras de adaptação, existem algumas especificações que foram utilizadas neste trabalho para definir essas regras. Além do modelo de adaptação, neste trabalho foram descritos os modelos que compõem um SHA (domínio e usuário) bem como os elementos que compõem cada modelo.

Tendo em vista que todos os elementos que compõem o processo foram apresentados, então se pode ter uma visão completa de como funciona o processo de adaptação na rede KONNEN. A Figura 42 representa o fluxo de adaptação.

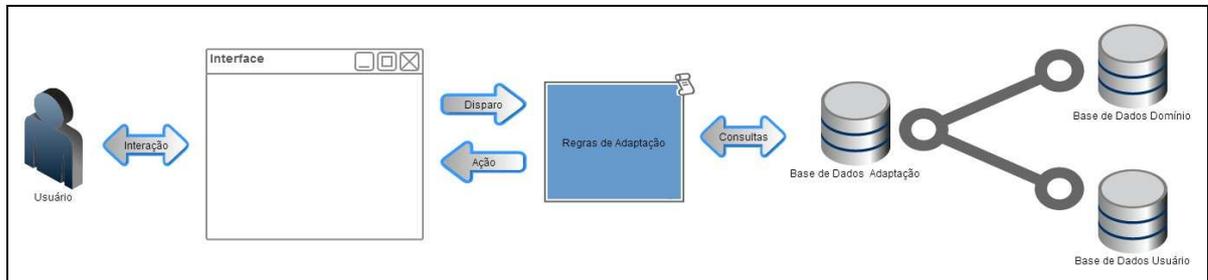


Figura 42 - Visão do Fluxo de Adaptação.

Na visão do fluxo de Adaptação (Figura 42) são representadas as etapas executadas até o retorno da ação por parte do Módulo de Adaptação. Inicialmente, o usuário estabelece um processo de interação com a interface do sistema, no Munich a interação é chamada de comportamento do usuário. Dependendo do comportamento do usuário são disparadas as regras de adaptação que executam as funções de consulta nas bases de dados. Após as devidas consultas e processamento destas informações, as regras de adaptação executam uma ação na interface, esta ação é a adaptação. Na seção 5 serão apresentadas as considerações finais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a constante expansão das redes sociais na Web é importante a definição de meios para inovar no processo de interação com o usuário. Entender as preferências, os objetivos, os motivos que impulsionam o usuário a acessar determinadas páginas representa o diferencial para uma rede que busca a inovação em seu processo de interação.

Levando em consideração a necessidade de um processo ininterrupto de compartilhamento de informação e os desafios para inovar neste meio, os Sistemas de Hipermídia Adaptativa surgem com grande importância, pois expressam acima de tudo a preocupação com o conhecimento a respeito do usuário e sua forma de interagir.

Neste sentido, a utilização do Módulo de Apresentação Adaptativa no KONNEN ocorre da seguinte forma:

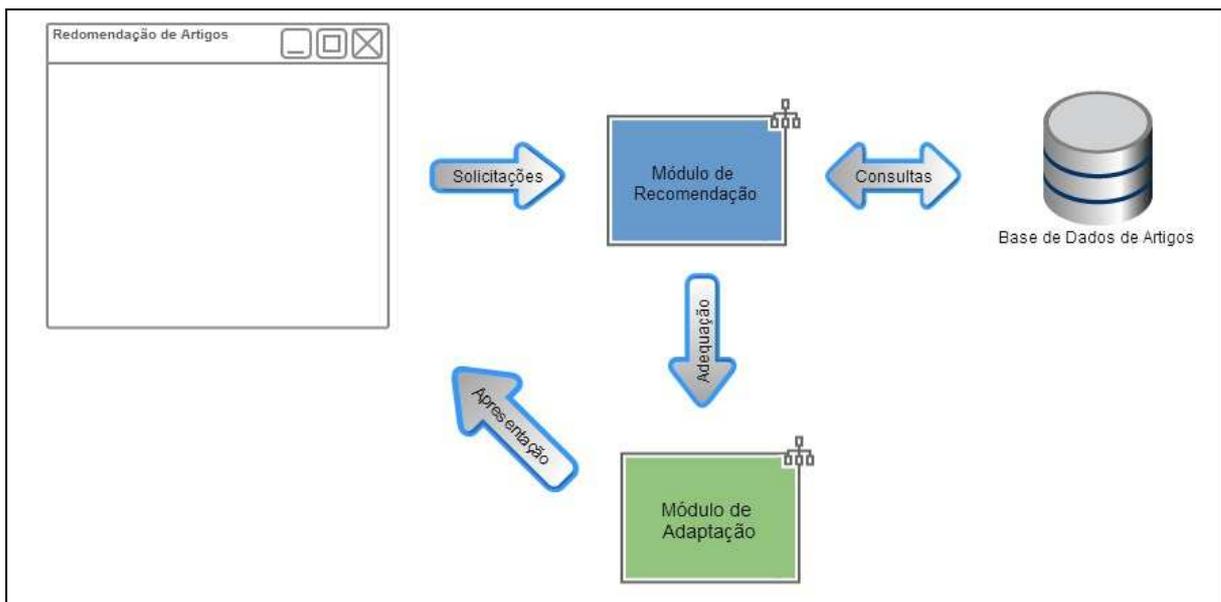


Figura 43 - Estrutura de Contexto do Módulo de Adaptação no KONNEN

A Figura 43 destaca (em verde) o Módulo de Adaptação no contexto da Rede KONNEN, esta figura ajuda a entender o posicionamento da adaptação no processo de recomendação de artigos, uma vez que, o objetivo do trabalho foi definir um módulo de apresentação adaptativa de artigos científicos, logo, o módulo deve adaptar a apresentação.

Na representação (Figura 43) existe o fluxo natural do processo em que solicitações são executadas na interface que ativa o Módulo de Recomendação. Por sua vez, o Módulo de Recomendação faz o processamento dos algoritmos de recomendação e consultas ao banco de

dados que retornar os artigos para serem recomendados. Estes artigos antes de serem apresentados ao usuário passam pela camada de adaptação que irá adaptar a forma de apresentação.

Neste trabalho foi realizado um estudo a respeito dos Sistemas Hipermídia, explicando os itens principais como modelagem de usuários, modelagem de domínio e modelagem de adaptação, com seus respectivos métodos e técnicas. Além disso, foi realizado um breve comparativo entre os principais modelos de referência que existem para a definição de um SHA. Dentre os modelos apresentados, constatou-se que o Munich preenchia as necessidades deste trabalho.

Após os estudos realizados foi possível estabelecer a proposta do trabalho, que foi a definição de um módulo de adaptação para recomendação de artigos científicos no KONNEN. Para alcançar este objetivo, foram definidos os modelos de domínio, de usuário e de adaptação, todos baseados na camada de armazenamento do Munich.

É importante ressaltar que, para a definição do modelo de adaptação foi necessário utilizar alguns conceitos além do modelo de referência, como por exemplo, métodos e técnicas de apresentação adaptativa. Isto foi feito a fim de maximizar a eficiência do processo de adaptação. Além disso, não foi considerada neste trabalho a tecnologia de Navegação Adaptativa.

Neste trabalho foi definido um Módulo para Apresentação Adaptativa de Artigos Científicos para uma Rede Social Acadêmica, ou seja, foi realizada a modelagem de métodos que permitem através de sua utilização que um sistema possa se adaptar de acordo com as características do usuário.

Primeiramente foi desenvolvido um Modelo de Domínio que representa a aplicação e os elementos que compõem o contexto da adaptação, neste trabalho o principal elemento de adaptação é o Artigo Científico. O modelo de domínio abordou basicamente os itens que compõem este elemento. Com este modelo, um desenvolvedor pode criar um banco de dados que guarde as informações necessárias para os métodos utilizarem. Cada tabela do banco representa um item MD e as linhas representam as informações sobre cada item.

Além do MD este trabalho apresentou também o Modelo de Usuário, que reúne informações respeito dos utilizadores da rede. Com este MU é possível criar um banco de dados que guarde as informações de cada usuário de forma organizada e adequada ao contexto de adaptação. No MU também existem métodos definidos para indicar o que pode ser feito com as informações de um usuário.

O último modelo que foi definido neste trabalho foi o Modelo de Domínio, responsável por executar o processo de adaptação, este modelo basicamente trata as informações do MU e MD de forma que possam proporcionar uma adaptação. Com as regras definidas neste trabalho é possível um desenvolvedor implementar funções que acessem os bancos de dados do MU e MD afim de utilizar as informações gravadas. Cada regra executa uma diferente função que gera algum tipo de adaptação.

Por se tratar de um módulo definido para um sistema já desenvolvido existe a possibilidade de aproveitamento das informações da base de dados da própria rede para alimentar os modelos descritos neste trabalho. Por exemplo: as informações do usuário podem ser extraídas da base de dados do perfil do usuário.

Além disso, o desenvolvedor pode escolher os algoritmos para executar as funções de maior complexidade, como por exemplo, o cálculo de complexidade de um artigo, que exige cálculo matemático de difícil abstração em um processo de desenvolvimento comum, então, pode-se recorrer à literatura que trata diretamente deste tipo de estudo.

O desenvolvedor da aplicação pode escolher o melhor caminho para reunir as informações, seja através de formulário na interface para o usuário preencher ou através de consultas à base de dados da rede KONNEN.

Para trabalhos futuros, considera-se a possibilidade de modelar a Navegação Adaptativa, para estabelecer um processo de controle sobre a navegação do usuário na rede. Este tipo de gerenciamento auxilia em várias questões relacionadas à desorientação do usuário. Além disso, existe também a possibilidade de incrementar as regras de adaptação objetivando um aumento no nível de adaptabilidade do módulo. Por último, ainda existe a possibilidade de implementar na prática as funções e método modelados neste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKAN, Ozgur K.; SENKUL, Pinar. **IntWeb**: Na AI-Based Approach for Adaptive Web. In: Workshop on Intelligent Techniques For Web Personalization & Recommender Systems (ITWP'11), 9, 2011, Barcelona – Spain. Anais... Barcelona, User Model representation. 2011, p. 8. Disponível em: < [http://ls13-www.cs.uni-dortmund.de/homepage/itwp2011/papers/INTWEB\\_IJCAI2011-040611.pdf](http://ls13-www.cs.uni-dortmund.de/homepage/itwp2011/papers/INTWEB_IJCAI2011-040611.pdf)> Acesso em: 08 Set. 13h27min.

AMARAL, Marília A. **Modelo RHA – Retroalimentação em Hipermídia Adaptativa**. 2008, 189 p. (Tese Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: < <http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2010/06/Mar%C3%ADlia-A.-Amaral.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2013.

ARAGÃO, Alfredo L. **Utilização de Aprendizado de Máquina para a Adaptação de Estruturas em Hipermídia Adaptativa**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-11052004-103808/publico/dissertaTED.pdf>>. Acessado em: 2 Set. 15h00min.

BRUSILOVSKY, Peter. **Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia**. User Modeling and User-Adapted Interaction. Special Issue on Adaptive Hypertext and Hypermedia, Dordrecht, v. 6, n. 2-3, 1996. Disponível em: <<http://www.sis.pitt.edu/~peterb/papers/UMUI96.pdf>>. Acessado em: 2 Nov. 2011.

CARVALHO, Marisa A. et al. **O Modelo de Domínio na Hipermídia Adaptativa**. In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídias para Aprendizagem. 5, 2011, Pelotas – Rio Grande do Sul. Anais... Universidade Católica de Pelotas: CONAHPA. 2011. p. 01-16. Disponível em: < <http://www.conahpa.org/wp-content/themes/Conahpa/papers/final164.pdf> > Acesso em: 12 Set. 16h00min.

CRUZ, Maria A. L.; SOUSA, Maria C. P. **Estudo para Elaboração de Uma Ferramenta de Modelagem de Usuários em Sistemas de Informação Baseados em Agentes**. In: Seminário Nacional de Bibliotecas Digitais, 10, 2011, São Conrado – Rio de Janeiro. Anais... Universidade Federal do Rio de Janeiro: Onde estamos, aonde vamos. Disponível em: < [http://www.sibi.ufrj.br/snbu/pdfs/orais/final\\_227.pdf](http://www.sibi.ufrj.br/snbu/pdfs/orais/final_227.pdf) > Acesso em: 13 Set. 16h30min.

DE BRA, Paul; WU, Hongjing. **Aham**: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia. 10 p. 1998. Toronto. Acesso em: 17 mar. 2013.

GALVAO, Noemi D; MARIN, Heimar F. **Técnica de mineração de dados**: uma revisão da literatura. *Acta paul. enferm.* [online]. 2009, vol.22, n.5, pp. 686-690 – Cuiabá – MT. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ape/v22n5/14.pdf>> Acesso em: 15 de Abril de 2011.

HALASZ, F; SCHWARTZ, M. The Dexter hypertext reference model. **Communications of the ACM**, New York, v. 37, n. 2, p. 30-39, 1990. Acesso em: 18 mar. 2013.

JÚNIOR, Herval Freire de Albuquerque. **Construção de um Sistema de Hipermídia Adaptativa para World Wide Web**. João Pessoa – 2002. (Projeto de Pesquisa) Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/4484990/Projeto-de-Pesquisa-Hipermedia-Adaptativa>> Acesso em: 27 out. 2011.

KOCH, Nora P. **Software engineering for Adaptive Hypermedia Systems**: reference model, modeling techniques and development process. Tese. Ludwig-Maximilians-Universitat, Munique, Alemanha, 2000. Acesso em: 19 mar. 2013.

KOCH, Nora P.; Wirsing, M. The Munich Reference for Adaptive Hypermedia applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADAPTIVE HYPERMEDIA AND ADAPTIVE WEB-BASED, 2., 2002, London, **Lecture Notes in Computer Science**. London, 2002. P. 213-222. Disponível em: <[http://www.imamu.edu.sa/DContent/IT\\_Topics/The%20Munich%20Reference%20Model%20for%20Adaptive%20Hypermedia.pdf](http://www.imamu.edu.sa/DContent/IT_Topics/The%20Munich%20Reference%20Model%20for%20Adaptive%20Hypermedia.pdf)> Acesso em: 20 mar. 2013.

LIMA, Sergio R. et al. **Personalização de Interfaces para Ambientes Virtuais de Aprendizagem Baseados na Construção Dinâmica de Comunidades**. In: Conferencia Latinoamericana de Interaccion Humano – Computadora, 2, 2005, México. Anais... Cuernavaca - México: Interaction For Inclusion. 2005. p. 268-176.

LOPES, Luciano Pelegrini. **Análise de Regressão**. 2009. Disponível em: <<http://www.fp2.com.br/datamining/?cat=55>> Acesso em: 06 de Mai. 2011.

MARQUES, Roberto L; DULTRA, Inês. **Redes Bayesianas: o que são, para que servem, algoritmos e exemplos de aplicações**. COPPE Sistemas: 2003. Disponível em: <<http://www.cos.ufrj.br/~ines/courses/cos740/leila/cos740/Bayesianas.pdf>> Acesso em: 13 Des. 16h50min.

NETTO, Fábio S. **Proposta Para Modelagem de Usuários em Sistemas de Hipermídia Adaptativa no Ambiente E-Business**. Revista Informática Aplicada. São Caetano do Sul. V 2, n 1. Jan/Jun 2006. Disponível em: <[http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista\\_informatica\\_aplicada/article/download/291/255](http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_informatica_aplicada/article/download/291/255)> Acesso em: 13 Set. 16h40min.

OLIVEIRA, Fabiano S; BOENTE, Alfredo N. **Utilização de Ferramentas de KDD para Integração de Aprendizagem e Tecnologia em Busca da Gestão Estratégica do Conhecimento na Empresa**. *SEGeT*. [online]. 2007 – Universidade Estadual da Zona Oeste – Rezende – RJ . Disponível em:<[http://www.aedb.br/seget/artigos07/1219\\_Artigo%20SEGET%202007.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos07/1219_Artigo%20SEGET%202007.pdf)> Acesso em: 15 de Abr. 23h49min.

PALAZZO, Luis A. M. **Sistemas de Hipermídia Adaptativa**, Fev, 2004 – Universidade Católica de Pelotas – Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/Aulas/IWS/m08/Recursos/hiperpdf.pdf>> Acesso em: 22 Ago. 13h00min.

PALAZZO, Luiz A. M. **Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa**. Porto Alegre. Tese (Doutorado em Ciência da Computação), UFRGS, 2000.

SANTIBAÑEZ, Miguel R. F. et al. **Um Sistema Hipermídia Adaptativo Para Ensino de Engenharia Baseado em Mapas Conceituais e Redes Bayesianas**. COBENGE: 2003.

Disponível em:

<[http://api.adm.br/GRS/referencias/REDES\\_BAYESIANAS\\_E\\_MAPAS\\_CONCEITUAIS.pdf](http://api.adm.br/GRS/referencias/REDES_BAYESIANAS_E_MAPAS_CONCEITUAIS.pdf)> Acesso em: 01 Nov. 2011.

SILVA, Elizabeth Maria Martinho. **Estudo e Desenvolvimento do Modelo de Adaptação Para Sistemas de Hipermídia Adaptativa Baseados em Ontologia**. 2007 126 p. (Trabalho de Conclusão de Curso em Sistemas de Informação) – Centro Universitário Luterano de Palmas – Palmas TO.

SOUZA, Jackson; BRITO, Parcilene; SOUSA, Cristina; SILVA, Edeilson; FAGUNDES, Fabiano; OLIVEIRA, Fernando; MARIOTI, Madianita; **Aprendizagem Organizacional Através de uma Rede de Gestão de Conhecimento**, 2012, Palmas. Projeto de Pesquisa... COPEX, CEULP/ULBRA.

STEINER, Maria T. A. et al. **Abordagem de um problema médico por meio do processo de KDD com ênfase à análise exploratória dos dados**. *Gest. Prod.* [online]. 2006, vol.13, n.2, pp. 325-337. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n2/31177.pdf>> Acesso em: 15 de Abr. 23h50min.

SCHENEKENBERG, Carolina Napoli Macedo, et al. **Redes bayesianas para eleição da ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca**. 2011, vol.24, n.3, pp. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fm/v24n3/13.pdf>> Acesso em: 01 Nov. 16h38min.

TAKIKAWA, Fernando K. **Arquitetura de Sistemas Hipermídia Adaptativos Baseada em Atributos de Qualidade**. 2010, 135 p. (Dissertação de Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em: 20 mar. 2013.

ZUASNÁBAR, Delfa M. H. et al. **Um ambiente de aprendizagem via www baseado em interfaces inteligentes para o ensino de engenharia**. COBENGE: 2003. Disponível em: <<http://www.comp.ita.br/~cunha/download/PapersProfCunha/PapersCunha2003/Artigo-ProfCunha-Delfa-ProfSilv%E9rioCOBENGE698%28VFinal%29.pdf>> Acesso em: 01 Set. 16h00min.