



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Willian Valmorbidia

U-Library: Um Modelo para Suporte a Bibliotecas Ubíquas

São Leopoldo, 2014

Willian Valmorbida

U-LIBRARY:
Um Modelo para Suporte a Bibliotecas Ubíquas

Dissertação submetida à avaliação como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Dr. Jorge Luis Victória Barbosa

São Leopoldo

2014

V196u Valmorbida, Willian

U-LIBRARY: um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas. /
Willian Valmorbida; Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Victória
Barbosa. - São Leopoldo, 2014.

135 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) –
Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2014.

Orientação: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa.

1. Computação ubíqua. 2. Computação móvel. 3. Bibliotecas
ubíquas. 3. Modelo. 4. Sistemas inteligentes. I. Título.

CDU: 004

Catálogo na publicação: Carla Barzotto – CRB/RS 10/1922.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelo apoio financeiro concedido através do Programa de Suporte À Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP).

Ao meu orientador Jorge Barbosa pelo apoio, compreensão, conhecimento, interesse e disponibilidade despendidos.

Aos professores da Unisinos, em especial ao professor João Carlos Gluz, pelo interesse e disponibilidade.

Ao Centro Universitário Univates, em especial a Gerente da biblioteca Ana Paula Lisboa Monteiro e ao vice-reitor Carlos Cândido da Silva Cyrne, que acreditaram e incentivaram a realização do projeto.

As bibliotecárias do Centro Universitário Univates, Ana Paula Lisboa Monteiro, Nalin Ferreira da Silveira e Karina da Silva Nunes que apresentaram disponibilidade e prestaram auxílio ao projeto com seu conhecimento.

Aos parentes, amigos, colegas de trabalho e de estudo que de forma direta ou indireta contribuíram para esta realização.

Aos amigos Alexandre Stürmer Wolf, Ana Paula Lisboa Monteiro e Danusa Vicente que foram grandes incentivadores, e sempre estiveram dedicados a auxiliar em momentos de dúvida e dificuldade.

Aos meus pais, Idoino Valmorbida e Liane Marta Valmorbida que confiaram, encorajaram, compreenderam e não mediram esforços para estarem sempre ao meu lado.

RESUMO

A computação ubíqua visa tornar as tarefas que dependem da computação transparente aos usuários, permitindo assim, a disponibilização de recursos e serviços a qualquer momento e em qualquer lugar. Serviços de bibliotecas encontram-se intimamente relacionados ao uso de tecnologias da computação, sendo que alguns modelos foram propostos com vistas a fornecer suporte ubíquo a bibliotecas. No entanto, tais modelos não apresentam alguns aspectos que permitem oferecer recursos diferenciados aos usuários, tais como suporte ao bibliotecário, utilização de históricos de atividades de usuários e integração com sistemas de disponibilização de informação mantidos por terceiros. Desta forma, esta dissertação propõe um modelo computacional para suporte a bibliotecas ubíquas, denominado *U-Library*. O *U-Library* disponibiliza recursos e serviços a usuários de bibliotecas com vistas a fornecer apoio ao desenvolvimento de suas tarefas diárias, no que tange a recuperação, o acesso e a manutenção de recursos e serviços de uma biblioteca. Este trabalho discute características presentes em trabalhos relacionados, descreve o modelo *U-Library* e apresenta aspectos de implementação e avaliação do modelo através de um protótipo. A avaliação do modelo ocorreu utilizando dados reais da Biblioteca do Centro Universitário Univates, no apoio de tarefas diárias de um grupo de voluntários.

Palavras-Chave: Computação Ubíqua. Computação Móvel. Bibliotecas Ubíquas. Modelo. Sistemas Inteligentes.

ABSTRACT

Ubiquitous computing aims to make tasks that depend on computing transparent to the users, thus providing resources and services anytime and anywhere. Library services are closely related to the use of computing technologies. Some models have been proposed in order to provide ubiquitous support to libraries. However, such models do not present some aspects that allow to offer differentiated resources to the users, such as librarian support, use of user activity history and integration with systems providing information maintained by third parties. Therefore, this paper proposes a computational model to support ubiquitous library, called *U-Library*. The *U-Library* provides resources and services to library users in order to provide support for the development of their daily tasks, regarding the recovery, access and maintenance of resources and services of a library. This dissertation discusses features present in related work, describes the model *U-Library* and presents aspects of implementation and evaluation of the model through a prototype. The model evaluation has occurred using real data from Library of Centro Universitário Univates, in support to daily tasks of a volunteers group.

Keywords: Ubiquitous Computing. Mobile Computing. Ubiquitous Libraries. Model. Intelligent Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Utilização de bibliotecas pelos clientes.	22
Figura 2: A primeira escolha na busca por informação.....	23
Figura 3: Caracterização das principais fontes de informação.....	23
Figura 4: A "imagem da marca" biblioteca.	24
Figura 5: Problemas de pesquisa na computação ubíqua.	30
Figura 6: Arquitetura da informação das bibliotecas.....	37
Figura 7: Arquitetura do modelo proposto por Guerra e Silva.....	40
Figura 8: Arquitetura do <i>LIML Parser Manager</i>	41
Figura 9: Arquitetura do modelo PNULKA.	42
Figura 10: Arquitetura do modelo EmLi.	43
Figura 11: Arquitetura do modelo de Hahn.....	44
Figura 12: Arquitetura do modelo proposto.	45
Figura 13: Bibliotecário no processo de busca de informação.....	47
Figura 14: Arquitetura do modelo <i>U-Library</i>	50
Figura 15: Arquitetura do modelo organizada em camadas	51
Figura 16: Principais casos de uso do modelo.....	52
Figura 17: Arquitetura do módulo de recursos.....	53
Figura 18: Ontologia de metadados de recursos do <i>U-Library</i>	54
Figura 19: Arquitetura do módulo de trilhas.	55
Figura 20: Ontologia de trilha do <i>U-Library</i> (<i>ulTrailOntology</i>).	56
Figura 21: Modelo de Dependência Estratégica.....	59
Figura 22: Modelo de Razão Estratégica.....	60
Figura 23: Diagrama de comunicação.	60
Figura 24: Diagrama de casos de uso.	61
Figura 25: Arquitetura do assistente pessoal.	62
Figura 26: Diagrama de sequência do processo de registro de alteração de contexto.....	63
Figura 27: Diagrama de sequência do processo de consulta de perfil.....	63
Figura 28: Diagrama de sequência do processo de pesquisa.....	64
Figura 29: Diagrama de sequência do processo de solicitação de recomendação.....	64
Figura 30: Arquitetura do agente de perfis.....	65
Figura 31: Diagrama de sequência do processo de atualização de perfil.....	66
Figura 32: Ontologia de perfil do cliente (<i>ulClientProfileOntology</i>).....	66

Figura 33: Ontologia de perfil do bibliotecário (<i>ulLibrarianProfileOntology</i>).....	68
Figura 34: Ontologia de perfil de recurso (<i>ulResourceProfileOntology</i>).....	69
Figura 35: Arquitetura do agente de recomendação.....	74
Figura 36: Diagrama de sequência do processo de recomendação.	75
Figura 37: Arquitetura do agente de interoperabilidade.....	79
Figura 38: Diagrama de sequência do processo de sincronização de metadados.....	80
Figura 39: Recuperação de registros de trilha dos sistemas externos.....	80
Figura 40: Diagrama de sequência da recuperação de registros de trilha dos sistemas externos.	81
Figura 41: Diagrama de sequência da solicitação de informações aos sistemas externos.	81
Figura 42: Disponibilização do perfil do cliente.	82
Figura 43: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando <i>Identify</i>	83
Figura 44: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando <i>ListMetadataProtocol</i>	84
Figura 45: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando <i>ListServices</i>	85
Figura 46: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando <i>GetService</i>	86
Figura 47: Diagrama entidade-relacionamento.	89
Figura 48: Tela do protótipo implementado - <i>menu</i> de serviços do cliente.	91
Figura 49: Telas do protótipo implementado - atendimento ao cliente.....	92
Figura 50: Telas do protótipo implementado - <i>menu</i> de configurações e consulta ao perfil....	93
Figura 51: Tela do protótipo implementado - notificações.	94
Figura 52: Telas do protótipo implementado - tipos de notificações.	95
Figura 53: Tela do protótipo implementado - pesquisa simples.....	96
Figura 54: Telas do protótipo implementado - serviços.....	97
Figura 55: Telas do protótipo implementado - serviços.....	98
Figura 56: Visão geral da integração realizada para a experimentação.	100
Figura 57: Resultado da avaliação de facilidade de uso por afirmação.....	103
Figura 58: Resumo geral da avaliação de facilidade de uso.....	103
Figura 59: Resultado da avaliação de percepção de utilidade pelo cliente.	104
Figura 60: Resumo geral da avaliação de percepção de utilidade pelo cliente.	105
Figura 61: Resultado da avaliação de percepção de utilidade pelo bibliotecário.....	106
Figura 62: Resumo geral da avaliação de percepção de utilidade pelo bibliotecário.....	106
Figura 63: Voluntários (cliente e bibliotecário) na experimentação do <i>U-Library</i>	107
Figura 64: Voluntários (bibliotecários) na experimentação do <i>U-Library</i>	108

Figura 65: Exemplo de recomendação entregue a cliente.	109
Figura 66: Resumo da avaliação das recomendações por filtragem baseada em conteúdo. ..	110
Figura 67: Resumo da avaliação das recomendações por filtragem colaborativa.	110
Figura 68: Perfil inicial do <i>Cliente 1</i>	112
Figura 69: Resultado da primeira pesquisa do teste do <i>Cliente 1</i>	113
Figura 70: Resultado da última pesquisa do teste do <i>Cliente 1</i>	114
Figura 71: Perfil pós-teste do <i>Cliente 1</i>	115
Figura 72: Notificações - recomendações recebidas no teste do <i>Cliente 1</i>	116
Figura 73: Perfil inicial do <i>Cliente 2</i>	118
Figura 74: Perfil pós-teste do <i>Cliente 2</i>	120
Figura 75: Notificações - recomendação recebida no teste do <i>Cliente 2</i>	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre os trabalhos relacionados.....	46
Tabela 2: Lista de atividades relacionadas a contextos.....	57
Tabela 3: Exemplo de trilha.....	58
Tabela 4: Ponderação de atividades de trilha.....	71
Tabela 5: Ponderação de metadados de recursos.....	72
Tabela 6: Exemplo de perfil de cliente.....	73
Tabela 7: Lista de comandos do protocolo IPUL.....	83
Tabela 8: Lista de tipos de dados do protocolo IPUL.....	85
Tabela 9: Lista de parâmetros pré-definidos pelo protocolo IPUL.....	87
Tabela 10: Lista de atividades do protocolo IPUL.....	88
Tabela 11: Resumo da trilha registrada para os testes do <i>Cliente 1</i>	116
Tabela 12: Resumo da trilha registrada para os testes do <i>Cliente 2</i>	121
Tabela 13: Comparativo entre os trabalhos relacionados e o <i>U-Library</i>	126

LISTA DE SIGLAS

AACR	<i>Anglo-American Cataloging Rules</i>
AMA	<i>American Marketing Association</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BDU	Biblioteca Digital da Univates
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DAO	<i>Data Access Object</i>
DC	<i>Dublin Core</i>
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento
EmLi	<i>Embedded Library</i>
FBC	Filtragem Baseada em Conteúdo
FC	Filtragem Colaborativa
FH	Filtragem Híbrida
FRBR	<i>Functional Requirements for Bibliographic Records</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
HTML5	<i>Hypertext Markup Language, version 5</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IFLA	<i>International Federation of Library Associations and Institutions</i>
ILS	<i>Integrated Library System</i>
IPUL	<i>Interoperability Protocol for Ubiquitous Libraries</i>
IRF	<i>Implicit Relevance Feedback</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSP	<i>Java Server Pages</i>
JSTL	<i>JavaServer Pages Standard Tag Library Actions</i>
KEI	<i>Knowledge Economy index</i>
KF	<i>Knowledge Flow</i>
KI	<i>Knowledge Index</i>
LIML	<i>Library Interface Markup Language</i>
LMS	<i>Library Management System</i>

MARC	<i>MAchine-Readable Cataloging</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
OAI-PMH	<i>Open Archive Initiative Protocol for Metadata Harvesting</i>
OCLC	<i>Online Computer Library Center</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAC	<i>Online Public Access Catalog</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
OWL-S	<i>Web Ontology Language for Services</i>
PIR	<i>Personalized Information Retrieval</i>
PNULKA	<i>Personalized Navigation and Ubiquitous Learning with Knowledge Agents for Intelligent Library</i>
RDA	<i>Resource, Description and Access</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RIM	<i>Real-time Interest Model</i>
RF	<i>Relevance Feedback</i>
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SD	<i>Strategic Dependency</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIMCOP	<i>SIMilar Context's Path</i>
SMA	Sistema Multi-Agente
SR	<i>Strategic Rationale</i>
SRU	<i>Search/Retrieve URL</i>
SRW	<i>Search/Retrieve Web Services</i>
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TF	<i>Term Frequency</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
UNIVATES	Centro Universitário Univates
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
USP	Universidade de São Paulo
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Motivação	21
1.2 Questão de pesquisa	26
1.3 Objetivos	26
1.4 Metodologia	27
1.5 Organização do trabalho	27
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1 Computação ubíqua	29
2.2 Modelagem de agentes de software.....	31
2.3 Tecnologias e serviços de bibliotecas.....	32
2.4 Bibliotecas ubíquas	36
2.5 Considerações sobre o capítulo.....	38
3 TRABALHOS RELACIONADOS	39
3.1 Modelo de Guerra e Silva (2008).....	39
3.2 Modelo de Son, Shin e Shin (2008).....	40
3.3 Modelo de Ching-Bang (2010).....	41
3.4 Modelo de Buchanan (2010).....	42
3.5 Modelo de Hahn (2011)	43
3.6 Modelo de Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012)	44
3.7 Comparativo.....	45
3.8 Considerações sobre o capítulo.....	48
4 MODELO U-LIBRARY	49
4.1 Visão geral	49
4.2 Módulo de recursos	52
4.3 Módulo de trilhas.....	54
4.4 Modelagem dos agentes.....	58
4.5 Assistente pessoal.....	62
4.6 Agente de perfis	65
4.7 Agente de recomendação.....	74
4.8 Agente de interoperabilidade.....	79
4.9 <i>Interoperability Protocol for Ubiquitous Libraries (IPUL)</i>	82
4.10 Sistema administrativo	88
4.11 Considerações sobre o capítulo.....	88
5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO	89
5.1 Implementação do protótipo	89
5.2 Integração do protótipo	99
5.3 Avaliação	101
5.3.1 Avaliação de facilidade de uso e percepção de utilidade	102
5.3.2 Avaliação de recomendações	108
5.3.3 Avaliação estendida de funcionamento	111
5.4 Considerações sobre o capítulo.....	123
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
6.1 Conclusões	125
6.2 Contribuições	126
6.3 Trabalhos futuros	127
REFERÊNCIAS	129

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Organizações mundiais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) e o Banco Mundial estão medindo o progresso dos países na área da Economia do Conhecimento. O Índice de Conhecimento (KI - *Knowledge Index*) e o Índice de Economia do Conhecimento (KEI - *Knowledge Economy index*) são medidas reconhecidas universalmente nesta área. O KI mede a capacidade de um país de gerar, adotar e difundir o conhecimento. Já o KEI analisa se o ambiente é propício para utilização efetiva do conhecimento no desenvolvimento econômico (SIDEK, 2010).

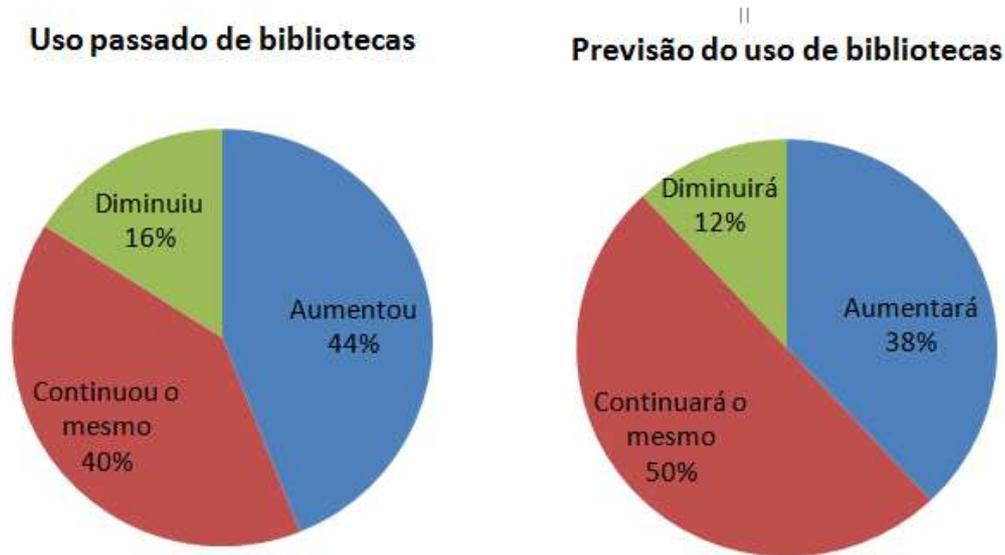
Em dados relativos ao ano de 2012, o Brasil encontra-se na sexagésima posição do Índice de Economia do Conhecimento e em quinquagésimo quinto no Índice de Conhecimento, segundo The World Bank (2013).

Sidek (2010) cita que atualmente a disponibilidade onipresente de conhecimento é crucial para o desenvolvimento de uma nação. O papel da biblioteca destaca-se como um dos fatores vitais neste contexto. O mundo está se transformado de uma economia baseada em produção em uma economia baseada no conhecimento, e qualquer nação que tem aspirações de desempenhar um papel significativo nesta nova economia deve trabalhar no desenvolvimento de um sistema inovador de informação.

A *Online Computer Library Center* (OCLC) é uma organização sem fins lucrativos que promove a cooperação entre as bibliotecas em todo o mundo. Mais de 54.000 bibliotecas em 109 países usam os serviços da OCLC para localizar, adquirir, catalogar, emprestar e preservar recursos de bibliotecas. Em 2005, e posteriormente em 2010, a OCLC encomendou pesquisas com o objetivo de saber mais sobre o comportamento das pessoas que buscam informação, como elas estão familiarizadas com as tecnologias e recursos de bibliotecas e como as bibliotecas se encaixam na vida de seus clientes. Em 2005 o público participante da pesquisa incluiu 6 países, enquanto em 2010 a pesquisa foi voltada apenas para usuários dos Estados Unidos da América (COLLEGE, 2006; PERCEPTIONS, 2011).

A Figura 1 apresenta um levantamento que buscou identificar o quanto a utilização de bibliotecas mudou ao longo dos três a cinco anos anteriores à pesquisa, assim como o quanto cada cliente espera ainda mudar em relação a utilização destes serviços ao longo dos próximos três a cinco anos. Pelo menos 84% dos entrevistados acredita que sua utilização se manteve ou cresceu durante os anos anteriores, assim como 88% acredita que sua utilização de bibliotecas deve crescer, ou pelo menos permanecer a mesma nos anos seguintes a realização da pesquisa (COLLEGE, 2006). A utilização de serviços *on-line* de bibliotecas manteve-se relativamente estável em pesquisa comparativa de 2005, que apontou a utilização por 31% dos respondentes, em comparação com 2010 que apontou a utilização por 33% dos pesquisado (PERCEPTIONS, 2011).

Figura 1: Utilização de bibliotecas pelos clientes.



Fonte: Adaptado pelo autor de College (2006).

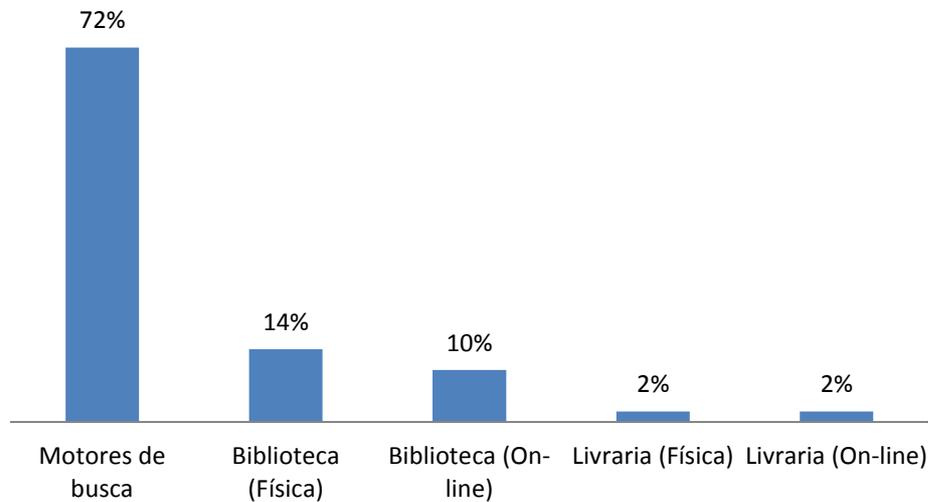
Segundo pesquisa realizada em 2005, 61% dos entrevistados previram que seu uso de serviços de bibliotecas permaneceria constante num período de até 5 anos. Os resultados da pesquisa de 2010 revelaram que cerca da metade dos entrevistados (52%) indicaram que seu uso de bibliotecas tinha permanecido o mesmo em relação aos anos anteriores. Quase um quarto (21%) dos entrevistados de 2005 pensavam que iriam aumentar o uso de serviços de bibliotecas, sendo que em 2010 identificou-se um crescimento de 27% no uso destes serviços, de modo a confirmar tais tendências (PERCEPTIONS, 2011).

Segundo Minami (2012), bibliotecas historicamente prestam serviços de informação baseados em materiais impressos, como livros e revistas. No entanto, com a popularização dos dispositivos digitais, as bibliotecas têm demonstrado iniciativas para se adaptar a esta realidade.

Veronikis (2008) cita que nos últimos anos, uma grande quantidade de informações está se tornando disponível graças à informática e tecnologias de rede, de modo que as bibliotecas modernas têm incorporado coleções de natureza digital. Atualmente é comum às bibliotecas oferecerem acesso a seus acervos via *web*, através de *Online Public Access Catalogs* (OPAC), bibliotecas digitais, dentre outros. No entanto, no ambiente de biblioteca, as coleções de documentos físicos e digitais comumente são mantidas separadas e como consequência, os usuários necessitam efetuar acesso a sistemas distintos para realizar buscas.

A pesquisa encomendada pelo OCLC mostrou que os motores de busca foram classificadas como a "primeira escolha" para obter informações por 72% dos estudantes universitários (Figura 2). Eles também foram classificados como a fonte mais provável de ser utilizada na próxima vez que os entrevistados necessitarem de informações (COLLEGE, 2006).

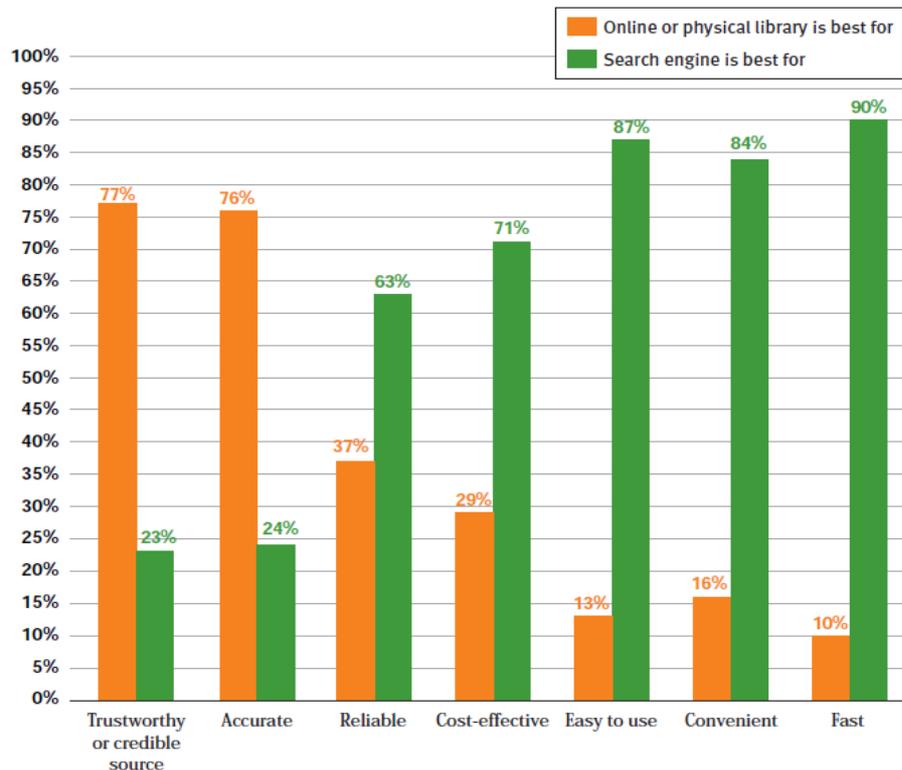
Figura 2: A primeira escolha na busca por informação.



Fonte: Adaptado pelo autor de College (2006).

Por outro lado, as bibliotecas são vistas como fontes de informação mais confiáveis e precisas do que os motores de busca. Enquanto, motores de busca são qualificadas como mais fáceis de utilizar, práticos e rápidos (Figura 3) (COLLEGE, 2006). Uma pesquisa mais recente aponta uma diminuição de 77% para 65% da percepção de confiabilidade das bibliotecas como fonte de informação, enquanto que os motores de busca tiveram este índice aumentado de 23% para 35% (PERCEPTIONS, 2011).

Figura 3: Caracterização das principais fontes de informação.

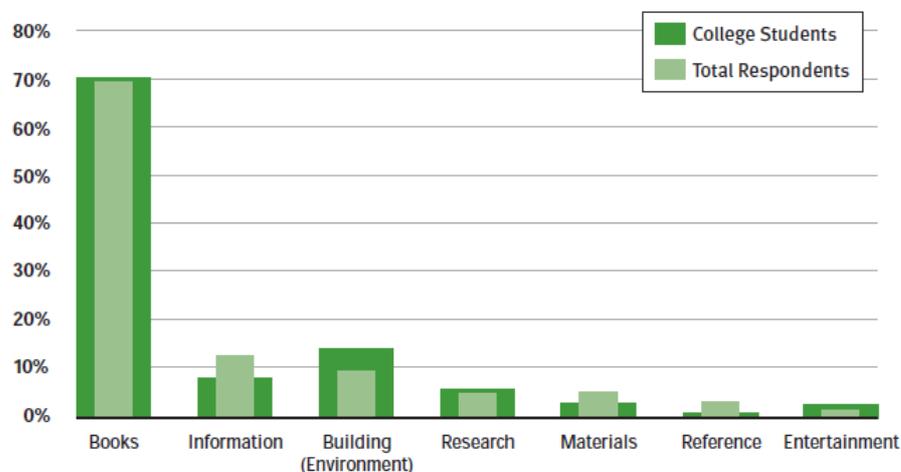


Fonte: College (2006).

Bibliotecas contam com uma ampla gama de tecnologias e padrões para suporte ao armazenamento, recuperação e gerenciamento da informação, de modo a garantir maior confiabilidade e precisão as informações disponibilizadas.

A *American Marketing Association* (AMA) define "imagem de marca", como "A percepção de uma marca na mente das pessoas. É o que as pessoas acreditam sobre uma marca em seus pensamentos, sentimentos e expectativas". Cerca de 69% dos entrevistados relataram que "Livros" é a primeira coisa que lhes vem a cabeça quando pensam em uma biblioteca (Figura 4) (COLLEGE, 2006). Uma pesquisa mais recente aponta que "Livros" continua sendo a "imagem da marca" das bibliotecas para 75% dos entrevistados (PERCEPTIONS, 2011).

Figura 4: A "imagem da marca" biblioteca.



Fonte: College (2006).

As bibliotecas não têm sido bem sucedidas em alavancar sua "imagem de marca" para incorporar crescentes investimentos em recursos eletrônicos e serviços baseados na web. A ampliação da imagem de marca das bibliotecas depende da reconstrução da experiência de usar bibliotecas (COLLEGE, 2006).

Segundo Son, Shin e Shin (2008) são comuns serviços de bibliotecas baseados na *web*, porém tais serviços geralmente suportam apenas operações básicas, como pesquisa, reserva e renovação. No entanto, a evolução das tecnologias da computação e comunicação, assim como a popularização de dispositivos móveis, tem tornado possível a oferta de serviços diferenciados.

Segundo Hahn (2011), o desenvolvimento de produtos de tecnologia móvel é uma área de rápida inovação, sendo que usuários de serviços de bibliotecas podem se beneficiar dos avanços recentes, neste campo. Os dispositivos oferecem conexão rápida aos recursos de informação, assim como poder de processamento de hardware.

Em 1991, Mark Weiser visionou um futuro para a computação, descrevendo um cenário onde a computação passaria a ser utilizada de forma transparente pelos usuários, estando inserida como parte natural de um ambiente (WEISER, 1991). Para trazer tal cenário a realidade, existia a necessidade de que os computadores se tornassem pequenos, móveis e populares, fato que vem se tornando realidade. Esta abordagem chama-se Computação Ubíqua.

Satyanarayanan (2001) enquadrando a visão de Weiser dentro do estado tecnológico existente em 2001. Para ele a computação ubíqua é uma evolução dos campos de estudos de sistemas distribuídos e computação móvel. Tecnicamente, a computação móvel é a base da computação ubíqua, herdando suas características e incluindo novas, que segundo Satyanarayanan seriam: espaços inteligentes, invisibilidade, escalabilidade localizada e condicionamento desigual.

Atualmente a computação ubíqua apresenta-se como uma área emergente, viabilizada pelas condições favoráveis criadas pelo crescente avanço das tecnologias de computação e comunicação. Ao encontro disto, bibliotecas, desde seus primórdios, apresentam-se associadas à criação e utilização de tecnologias, para estruturação de metadados, segurança, interoperabilidade, criação de bases de recursos analógicos e digitais, prestação de serviços, dentre outros. Os ambientes de bibliotecas ainda são considerados por muitos como os pilares para o desenvolvimento científico e tecnológico de uma sociedade, porém esta percepção vem mudando em função da crescente disponibilização de recursos digitais sem tratamento especializado, que passam a ganhar ampla gama de utilizadores.

O modelo *U-Library* foi proposto com o suporte de bibliotecários e com base em um estudo realizado sobre trabalhos que apresentam propostas de modelos para suporte a bibliotecas ubíquas. A partir de tais modelos foram identificados um conjunto de características relevantes para bibliotecas, que foram analisados e passaram a compor o modelo *U-Library*. Em relação aos trabalhos relacionados, o modelo *U-Library* apresenta como principais contribuições a exploração de registros de atividades de usuários, perfis dinâmicos, disponibilização de suporte a bibliotecários e suporte a utilização de recursos disponibilizados por sistemas de terceiros.

Visando convencionar a terminologia adotada neste trabalho, define-se:

- **Recurso:** consiste em qualquer recurso bibliográfico ou informacional, independente de seu suporte (físico ou digital) ou formato (áudio, vídeo, texto, dentre outros);
- **Sistema de disponibilização de informação:** consiste em qualquer sistema de informação, desenvolvido sobre o âmbito de tecnologias de bibliotecas, que tem por objetivo a disponibilização de informações bibliográficas acadêmicas e científicas. Alguns autores utilizam a terminologia sistemas de recuperação de informação para expressar o mesmo conjunto de sistemas;
- **Sistema externo:** representa qualquer sistema relacionado ao ambiente de uma biblioteca, englobando, por exemplo, sistemas de disponibilização de informação, segurança, controle de acesso e automação;
- **Bibliotecário:** o termo bibliotecário possui diferentes conceituações segundo diferentes fontes. Segundo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) (2013), bibliotecário é o profissional da informação com conhecimentos adquiridos em curso na área da biblioteconomia e ciências da informação. O Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2013) define bibliotecário como conservador, administrador ou funcionário de uma biblioteca. Desta forma, visando apenas a simplificação de termos e sem desmerecimento a formações, este trabalho utiliza o termo bibliotecário para referir-se a qualquer profissional que exerce funções relativas ao suporte dos serviços e recursos em uma biblioteca;

- **Cliente:** consiste em qualquer utilizador dos recursos e serviços de uma biblioteca;
- **Usuário:** compreende ao conjunto formado por bibliotecários e clientes.

1.2 Questão de pesquisa

A natureza dos serviços de uma biblioteca é caracterizada pela abrangência, complexidade e tratamento especializado dado às informações, de modo que, segundo Huancheng e Miaolei (2011), torna-se conveniente disponibilizar um ambiente ubíquo de biblioteca. Mediante este contexto, propõe-se o *U-Library*, um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas.

Com base no estudo de trabalhos relacionados e frente a um cenário mundial no qual o conhecimento tornou-se um fator fundamental para o desenvolvimento dos países, surge a seguinte questão de pesquisa: "Como a computação ubíqua pode ser utilizada para elaboração de um modelo para suporte a bibliotecas, de modo a explorar registros de atividades de usuários (Seção 2.1), permitir a criação de perfis, disponibilizar suporte a clientes e bibliotecários e proporcionar a oferta de recursos físicos e digitais, próprios e de terceiros, a usuários de bibliotecas?".

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é especificar, implementar e validar um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas, denominado *U-Library*. As principais características do *U-Library* são a utilização de históricos de contextos (ver Seção 2.1), suporte ao bibliotecário, perfis dinâmicos e suporte a conteúdo físico e digital, próprio e de terceiros.

Este trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar as pesquisas mais recentes relacionadas a bibliotecas ubíquas;
- Especificar um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas: *U-Library*;
- Especificar uma ontologia de contexto para bibliotecas ubíquas;
- Especificar ontologias de perfis de bibliotecários, clientes e recursos para bibliotecas ubíquas;
- Definir um modelo para manutenção de perfis de usuários, recomendação e personalização de resultados de pesquisa para bibliotecas ubíquas;
- Especificar um protocolo de interoperabilidade para registros de trilha e oferta de serviços em bibliotecas ubíquas;
- Desenvolver um protótipo;
- Validar o modelo proposto a partir do protótipo implementado.

1.4 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido a partir da investigação e estudo de modelos baseados em computação ubíqua que foram propostos para fornecer suporte a bibliotecas ubíquas. Tal atividade propiciou um entendimento mais amplo dos problemas e limitações da área, assim como conhecer tecnologias relacionadas.

Buscou-se também um entendimento em relação aos possíveis ambientes disponíveis em bibliotecas reais, de modo a acumular subsídios para tornar o modelo próximo à realidade das bibliotecas, permitindo assim sua futura aplicação.

A partir do estudo efetuado, especificou-se o modelo *U-Library*, detalhando seus componentes principais, assim como as interações entre os mesmos. A especificação do modelo *U-Library*, devido sua alta dependência de conceitos e tecnologias provenientes da área da ciência da informação, contou com o suporte, através de reuniões formais, de três bibliotecárias da Biblioteca do Centro Universitário Univates (UNIVATES), instituição localizada na cidade de Lajeado, estado do Rio Grande do Sul.

Objetivando a experimentação e avaliação do modelo proposto, foi desenvolvido um protótipo, que fez uso de dados reais da Biblioteca da UNIVATES, local onde a avaliação do modelo foi realizada. A experimentação buscou promover a utilização do protótipo por voluntários no apoio de suas tarefas diárias, sendo o grupo de voluntários formado por bibliotecários e clientes. Os voluntários responderam a um questionário contendo afirmações relacionadas à experiência na utilização do *U-Library*, sendo que os dados coletados foram tabulados a fim de avaliar o desempenho e a relevância do modelo proposto. Além da usabilidade e percepção de utilidade, também foi avaliada a qualidade das recomendações entregues pelo *U-Library*.

1.5 Organização do trabalho

Esta dissertação está organizada conforme segue. O Capítulo 2 apresenta conceitos relacionados à computação ubíqua, assim como tecnologias em ambientes e serviços de biblioteca. No Capítulo 3 são apresentados trabalhos relacionados e um comparativo entre os mesmos. O modelo proposto, denominado *U-Library*, é apresentado e descrito no Capítulo 4. Os aspectos de implementação, avaliação e os resultados obtidos são apresentados no Capítulo 5, seguidos das considerações finais, contribuições e trabalhos futuros no Capítulo 6.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta conceitos e tecnologias essenciais a definição de um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas. Na Seção 2.1 são apresentados os conceitos e tecnologias inerentes à computação ubíqua. A Seção 2.2 trata sobre conceitos e modelagem de agentes de software. A Seção 2.3 elenca os principais conceitos e tecnologias relacionadas a bibliotecas. Por sua vez, a Seção 2.4 define bibliotecas ubíquas.

2.1 Computação ubíqua

Na década de 1990, Mark Weiser e seus colegas da *Xerox* visionaram um ambiente de computação altamente distribuído e integrado, saturado de dispositivos computacionais, dando origem a uma área de estudo que recebeu o nome de computação ubíqua (WEISER, 1991).

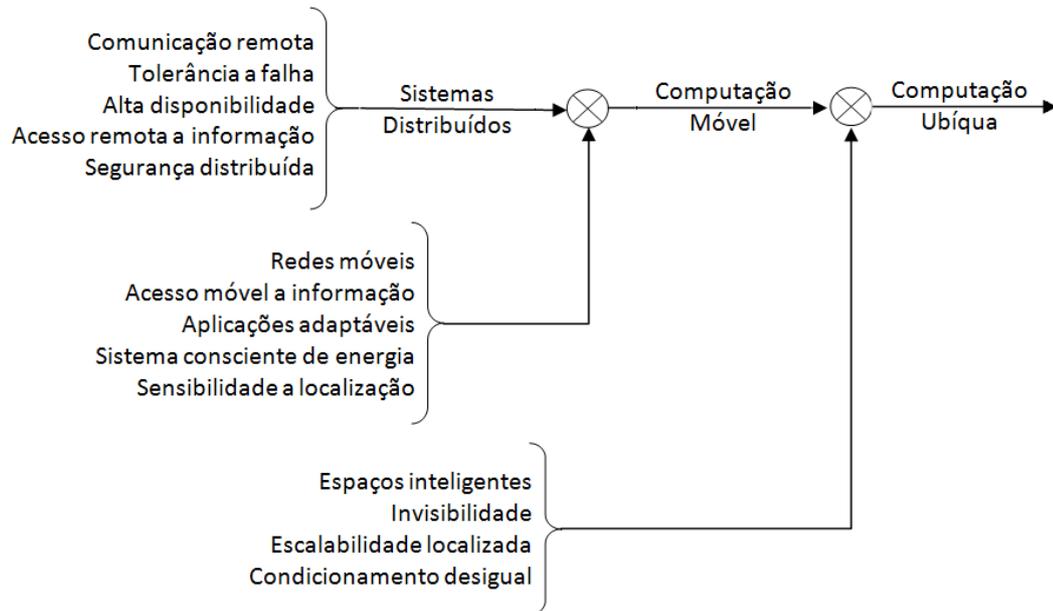
A computação ubíqua busca tornar as tarefas que fazem uso de computação transparentes aos usuários, levando em consideração seu ambiente natural. Weiser (1991) comparou o caminho que a computação ubíqua tinha a percorrer com o caminho já traçado pela tecnologia da escrita. Para utilização e compreensão da escrita não se necessita empregar atenção ativa, ou seja, aprende-se a escrita suficientemente bem a ponto que a atenção é empregada na tarefa em si e não em como fazê-la.

Para Sakamura e Koshizuka (2005), computação ubíqua é uma nova tendência de tecnologias de informação e comunicação, que incorpora dispositivos computacionais de forma imperceptível na vida cotidiana. Estes dispositivos são equipados com sensores que interagem com o meio ambiente, de modo a oferecer acesso a qualquer recurso, por qualquer pessoa, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Sudha et al. (2007) caracterizam computação ubíqua como um grande número de agentes computacionais e dispositivos de comunicação que trabalham em conjunto. Para um funcionamento eficaz é necessário que estes agentes e dispositivos tenham senso e razão sobre o contexto atual, assim como precisam interagir com outros agentes e dispositivos.

Satyanarayanan (2001) descreve a computação ubíqua, como uma evolução da computação móvel, a qual teve raízes na computação distribuída. Estes ramos da computação enfrentaram uma série de desafios, dos quais alguns ainda encontram-se presentes, sendo deixados de herança para a computação ubíqua, que por sua vez ainda enfrenta seus próprios desafios, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5: Problemas de pesquisa na computação ubíqua.



Fonte: Adaptado pelo autor de Satyanarayanan (2001).

A computação ubíqua enfrenta problemas próprios como o uso efetivo de espaços inteligentes, a invisibilidade ou ocultação da tecnologia da percepção do usuário, a escalabilidade localizada, ou seja, a capacidade de um ambiente suportar uma crescente quantidade de dispositivos computacionais e o desenvolvimento de técnicas para mascarar as condições irregulares dos ambientes (SATYANARAYANAN, 2001).

Contexto consiste em um conceito diretamente relacionado à computação ubíqua. Dey (2001) define contexto como qualquer informação relevante que pode ser utilizada para caracterizar uma situação relacionada a uma entidade, como uma pessoa, um lugar ou um objeto. Quatro informações relativas às entidades são essenciais para gerenciamento de contextos, são elas: identidade, localização, estado ou atividade e tempo.

Satyanarayanan (2001) ressalta a necessidade de pró-atividade para tornar a computação ubíqua mais eficaz, de modo que torna-se necessário que o sistema possa reconhecer o contexto atual da entidade e inferir ações a partir destas informações.

Segundo Silva et al. (2010), o armazenamento de um histórico de contextos de uma entidade é denominado de trilha. A partir da trilha, o contexto ganha importância não somente no momento que determinado serviço está sendo oferecido, mas também através de seu histórico, que pode fornecer informações importantes para o aumento da capacidade de adaptação dos serviços oferecidos.

Driver e Clarke (2004) citam que a utilização de trilhas consiste em uma área relevante da computação ubíqua, visto que pode contribuir para alcançar o objetivo de tornar as aplicações transparentes aos usuários.

O propósito do conceito de personalização também vai ao encontro da computação ubíqua, isto é, a disponibilização de recursos e serviços aos usuários baseado no monitoramento de suas atividades, ou seja, a partir de seu histórico de contextos. Trilha, ou histórico de contextos, é definido por Mayrhofer (2005) como uma coleção de contextos passados, associados a ações de usuários. As trilhas fornecem possibilidades para melhora dos

serviços oferecidos por aplicações, proporcionando a disponibilização de serviços inteligentes e personalizados, através da extração de informações, tais como preferências dos usuários, padrões e hábitos (HONG et al., 2009).

Mulvenna, Anand e Büchner (2000) definem personalização como a disponibilização de produtos e serviços adaptados a cada usuário. Os atuais sistemas de personalização buscam oferecer aos usuários o que eles buscam sem que tenham que informá-lo de forma explícita.

A personalização depende da coleta de informações de um usuário, que pode ocorrer de forma explícita ou implícita. A coleta explícita obtém as informações diretamente dos usuários através de formulários pré-definidos. Já na coleta implícita, as informações são obtidas a partir do monitoramento das atividades do usuário (VIVIANI; BENNANI; EGYED-ZSIGMOND, 2010).

Segundo Cristani e Cuel (2005), ontologias vêm sendo utilizadas para a estruturação do conhecimento a partir de conceitos e relacionamentos. Na computação ubíqua, as ontologias são importantes por existir a necessidade de descrever a semântica de um domínio de forma que uma pessoa compreenda e que seja possível ser processada pelo computador (ALMEIDA; BAX, 2003).

2.2 Modelagem de agentes de software

Segundo Tveit (2001), um agente de software ou agente inteligente, é uma peça de software que pode adotar determinados comportamentos, ou seja, é capaz de selecionar ações baseadas em conhecimento.

Segundo Wooldridge (2002), não existe uma definição universalmente aceita para agente de software, entretanto, uma definição que vem sendo adotada por muitos pesquisadores conceitua agente como um sistema de computador situado em algum ambiente e capaz de agir de forma autônoma sobre ele, a fim de alcançar seus objetivos.

Segundo Filho (2001), a velocidade dos avanços tecnológicos associado ao aumento da complexidade, tamanho dos sistemas e a ampliação das áreas de atuação da informática geram a necessidade de utilização de novos métodos e ferramentas que possam melhorar os atuais padrões de desenvolvimento de software. Em particular, os sistemas de informação requerem técnicas que capturem os objetivos do negócio, processos, relacionamentos entre seus atores e outros elementos do ambiente organizacional, como também requisitos operacionais que devem ser licitados, analisados, especificados, modelados e gerenciados. Neste âmbito, o *framework i** possui papel fundamental por permitir modelar os estágios iniciais do desenvolvimento orientado a agentes. A Tropos consiste em uma metodologia de desenvolvimento de software orientado a agentes centrada em requisitos. Ela está fundamentada em conceitos usados para modelagem de requisitos iniciais e finais, adotando o *framework i** (TROPOS, 2012).

O *i** consiste em um *framework* proposto em 1995 por Eric Yu (YU, 1995) que permite a modelagem de contextos organizacionais baseado nos relacionamentos de dependência entre agentes. O principal objetivo do *i** é representar, por meio de modelos, os atores e suas dependências, para que as metas próprias sejam alcançadas, recursos fornecidos, tarefas realizadas e metas flexíveis “satisfeitas a contento”.

Segundo Filho (2001), o uso do *framework i** possibilita o entendimento das razões internas dos atores, uma vez que são representadas explicitamente, melhorando assim o entendimento do sistema durante sua modelagem.

De acordo com Yu (1995), o *framework i** é composto por dois componentes de modelagem para representar a intenção dos atores. O Modelo de Dependência Estratégica (*Strategic Dependency - SD*) descreve um processo em nível de relações intencionais de dependências entre agentes, já o Modelo de Razão Estratégica (*Strategic Rationale - SR*) é utilizado para descrever e dar suporte as decisões de cada ator.

Pedroza et al. (2004) definem o Modelo de Dependência Estratégica como uma rede de relacionamentos de dependência entre atores, focando na captura da estrutura intencional de um processo, ou seja, na captura das motivações e intenções por trás das atividades e fluxos em um processo. Para isto, o Modelo de Dependência Estratégica faz uso de uma rede de nós, os quais representam atores, mais especificamente agentes, posições e papéis, ligados por arestas, que por sua vez representam as dependências entre os atores.

No *i**, um ator representa uma entidade ativa que realiza ações buscando atingir determinados objetivos, de modo que cada ligação indica que um ator depende do outro para cumprir o objetivo. O ator que depende de outro ator é chamado de *dependor* e o ator responsável por cumprir a dependência é chamado de *dependee*. O objetivo da dependência é denominado *dependum*. Através da relação de dependência, o *dependor* é capaz de alcançar objetivos que não seria capaz de alcançar sozinho (YU, 1995).

Bauer e Odell (2005) citam que uma boa maneira para implantação da tecnologia de agentes é apresentar esta nova tecnologia como uma extensão de métodos largamente conhecidos e confiáveis, assim como fornecer ferramentas de engenharia que suportem estes métodos. Métodos aceitos de desenvolvimento de software dependem de uma representação padrão para artefatos, objetivando apoiar a análise, especificação e *design* de software de agentes. Atualmente a engenharia de software orientada a agentes sofre com a indisponibilidade de processos de software e ferramentas adequadas, enquanto a *Unified Modeling Language* (UML) possui ampla aceitação para a representação de artefatos de engenharia de software utilizando o paradigma orientado a objetos.

Estes fatos levaram alguns autores a explorar extensões da UML para tratar os distintos requisitos da orientação a agentes como ocorre com a abordagem orientada a objetos. Tal fato leva a uma migração mais suave entre estas diferentes abordagens (BAUER; ODELL, 2005). Em complemento a este pensamento, Bezerra (2007) cita que tanto a sintaxe, quanto a semântica dos elementos da UML são extensíveis, de modo a permitir sua adaptação às necessidades específicas de cada projeto. Bauer e Odell (2005) afirmam que sistemas orientados a agentes podem utilizar das mesmas notações da UML bastando algumas adaptações.

2.3 Tecnologias e serviços de bibliotecas

Ao longo do tempo, as bibliotecas têm agregado a seus serviços um conjunto amplo e heterogêneo de tecnologias, assim como trabalhado na criação de novos serviços, buscando acompanhar as tendências de época.

A identificação e compreensão destas tecnologias e serviços são fundamentais para que se possa disponibilizar um modelo adequado e abrangente para suporte a bibliotecas

ubíquas. Desta forma, nesta seção são citadas, exemplificadas e brevemente descritas algumas das principais tecnologias e serviços relevantes para a área em questão, destacando-se tecnologias dirigidas ao gerenciamento, disponibilização e recuperação de informação, padrões de metadados, protocolos de interoperabilidade e tecnologias para segurança e automação de bibliotecas.

Dentre as tecnologias voltadas ao gerenciamento, disponibilização e recuperação de informação podem-se citar os OPACs - que geralmente integram um *Integrated Library Systems* (ILSs), também denominados de *Library Management System* (LMS), repositórios digitais, sistemas de *e-books*, sistemas federados, bibliotecas virtuais, bases de dados de conteúdo científico, dentre outros.

Segundo Gonçalves (2008), os OPACs, também conhecidos como catálogos *on-line* de bibliotecas, possuem a finalidade de possibilitar maior agilidade aos usuários na identificação e localização de recursos físicos através de registros previamente descritos. Como exemplo de *softwares* (ILSs) que possuem OPACs, pode-se citar: *Pergamum* (PERGAMUM, 2012), *OpenBiblio* (OPENBIBLIO, 2012), *Aleph* (EXLIBRIS, 2012) e *Gnuteca* (SOLIS, 2012).

Repositórios digitais consistem em coleções de informação digital, constituídas com diferentes propósitos, podendo ser generalistas ou temáticos. Martins, Rodrigues e Nunes (2011) relatam a existência de diferentes definições para repositórios digitais devido à variedade de contextos, comunidades, objetivos e práticas ligadas à sua criação e funcionamento. Alguns tipos específicos de repositórios digitais e/ou terminologias utilizadas são: repositórios institucionais, bibliotecas digitais e repositórios temáticos. Como exemplos de *softwares* para a criação de repositórios digitais pode-se citar: *Fedora* (FEDORACOMMONS, 2012), *EPrints* (EPRINTS, 2012) e *DSpace* (DSPACE, 2012).

Federação é definida por Ferreira (2007) a partir de suas mais importantes características, que são o compartilhamento e interoperabilidade do conhecimento gerado e armazenado em locais e plataformas heterogêneas, a fim de possibilitar um serviço agregado. Como exemplos de federações podem-se citar: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) (IBICT, 2012), *WorldCat* (WORLDCAT, 2012), *Portal .periódicos. Capes* (CAPES, 2012), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) (SCIELO, 2012), dentre outras.

Bibliotecas virtuais e bases de dados geralmente consistem em plataformas ofertadas por empresas como editoras ou outras organizações, que disponibilizam recursos digitais de cunho acadêmico e científico em texto completo, parcial ou referencial, para consulta e recuperação. Pode-se citar como exemplos de bibliotecas virtuais e bases de dados: Biblioteca Virtual Universitária (PEARSON, 2012), Minha Biblioteca (MINHA BIBLIOTECA, 2012), *ACM Digital Library* (ACM, 2012) e *IEEE Xplore* (IEEE, 2012).

Softwares destinados ao gerenciamento e disponibilização de recursos bibliográficos em bibliotecas, tendem a ser especificados a partir de uma ampla gama de regras, padrões e protocolos, que foram criados ao longo do tempo para atender determinadas necessidades da área da informação, como a recuperação, disponibilização, padronização, compartilhamento e preservação de recursos. Necessidades estas que propiciaram o surgimento de protocolos de interoperabilidade, como *Open Archive Initiative Protocol for Metadata Harvesting* (OAI-PMH), *Z39.50*, *Search/Retrieve Web Services* (SRW), *Search/Retrieve URL* (SRU) e *OpenSearch*; padrões de metadados, como *Dublin Core* (DC) e o *MACHine-Readable Cataloging* (MARC); regras de catalogação como o *Anglo-American Cataloging Rules* (AACR) e *Resource, Description and Access* (RDA); estratégias para preservação digital como refrescamento, migração e encapsulamento.

NISO (2002), caracteriza Z39.50 como um padrão que define as especificações de protocolos, regras e procedimentos para permitir que dois sistemas distintos possam comunicar-se com a finalidade de recuperar informação. Sua utilização permite a criação de federações que disponibilizam uma única interface para o usuário realizar buscas em diversos sistemas simultaneamente, sendo independente de suas arquiteturas e tecnologias.

Os protocolos SRU e SRW surgiram em meados do ano 2000, baseados no protocolo Z39.50, porém buscando utilizar tecnologias mais recentes e também acompanhar as mudanças que vinham ocorrendo na representação de registros catalográficos (TAYLOR; DICKMEISS, 2005).

OpenSearch consiste em um conjunto de formatos para o compartilhamento de resultados de pesquisa, podendo ser utilizado para descrever um motor de buscas que disponibiliza uma interface para outras aplicações de busca (OPENSEARCH.ORG, 2012).

Em 2011, cerca de 75% de repositórios em todo o mundo já forneciam uma interface que utiliza o protocolo OAI-PMH. Tais repositórios são designados *OAI-compliant*, disponibilizando seus metadados para serviços de colheita, geralmente retornando juntamente com os metadados *link* para seu conteúdo completo (HARVESTING, 2011).

Segundo Marcondes e Sayão (2002), o protocolo OAI-PMH prevê seis “verbos” para troca de mensagens entre provedores de dados e provedores de serviços, de modo a possibilitar a coleta de metadados, são eles:

- ***Identify***: obtêm dados administrativos sobre o provedor de dados, sua política de publicação de documentos e seu escopo;
- ***ListSets***: lista os agrupamentos sob os quais os documentos são organizados no provedor de dados;
- ***ListMetadataFormats***: lista os formatos de metadados por meio dos quais os metadados dos documentos armazenados no provedor de dados podem ser representados;
- ***ListIdentifiers***: lista os identificadores dos registros armazenados no provedor de dados. Pode-se opcionalmente limitar estes registros a partir de um período temporal ou um set (conjunto/coleção de registro);
- ***ListRecords***: lista os metadados dos registros armazenados no provedor de dados segundo um formato de metadados, especificando todos que pertencem a um set ou todos entre um período temporal;
- ***GetRecord***: obtêm os metadados de um registro armazenado segundo um formato de metadados, dado um identificador de registro.

O protocolo OAI-PMH determina como conjunto mínimo de metadados, o padrão de metadados Dublin Core não qualificado, de modo que tal padrão também foi definido como base para a descrição dos recursos armazenados na base de dados do *U-Library*.

Metadados consistem em atributos que objetivam representar uma entidade, representando características que identificam unicamente um recurso de informação, permitindo seu tratamento e recuperação. A utilização de metadados proporciona diversas vantagens a usuários e sistemas de informação, como a padronização dos recursos de informação, interoperabilidade e facilidade na busca e recuperação (GILLILAND-SWETLAND, 1999).

Souza e Alves (2009) citam que o Dublin Core é formado por um conjunto de quinze elementos de metadados, os quais podem ser definidos como o mais baixo denominador comum para a descrição de um recurso de informação, sendo equivalente aos dados de uma ficha catalográfica. Suas características principais são: o entendimento semântico universal dos elementos metadados, o escopo internacional e a extensibilidade, a qual visa permitir adaptações às necessidades adicionais de descrição.

Segundo Weibel (1997), os principais objetivos que motivam a adoção do padrão Dublin Core são:

- Simplicidade de criação e manutenção;
- Semântica universal;
- Conformidade com as normas existentes e emergentes;
- Âmbito Internacional e aplicabilidade;
- Extensibilidade;
- Interoperabilidade entre coleções e sistemas de indexação.

O padrão de metadados Dublin Core possui quinze elementos básicos subdivididos em três áreas, conforme segue (DUBLIN, 1999):

- **Content** (Conteúdo): compreende o conjunto de elementos que descrevem as características intelectuais do recurso:
 - **Title** (Título): este elemento representa o título que é atribuído a um recurso;
 - **Subject** (Assunto): este elemento descreve o tópico sobre o qual trata o conteúdo;
 - **Description** (Descrição): este elemento é uma apresentação do conteúdo do recurso, devendo conter um resumo ou uma descrição;
 - **Source** (Fonte): este elemento é a referência a outro conteúdo do qual aquele que está sendo descrito é derivado no todo ou em parte;
 - **Language** (Língua): este elemento identifica a língua do conteúdo intelectual;
 - **Relation** (Relação): este elemento referencia a relação do conteúdo sendo descrito com outro conteúdo, como por exemplo, o recurso ser uma tradução ou versão de outro recurso;
 - **Coverage** (Cobertura): este elemento identifica a cobertura do conteúdo em termos temporais (data, período, etc.), em termos geográficos (região, coordenadas, país, etc.) ou legais (jurisdição em termos de uma entidade administrativa);
- **Intellectual Property** (Propriedade intelectual): compreende ao conjunto de elementos que descrevem as características de autoria e posse dos direitos do recurso:
 - **Creator** (Autor): este elemento representa as pessoas ou organizações responsáveis pela criação do conteúdo;

- **Publisher** (Editor): este elemento representa as pessoas ou organizações responsáveis pela disponibilização do conteúdo;
- **Contributor** (Contribuidor): este elemento representa as pessoas ou organizações que contribuíram com alguma parte de conteúdo;
- **Rights** (Direito): este elemento representa as pessoas ou organizações responsáveis pelos direitos autorais e/ou patrimoniais do conteúdo ou contém uma referência de onde estas informações podem ser encontradas;
- **Instantiation** (Instanciação): compreende ao conjunto de elementos que descrevem as características de ocorrência física do recurso:
 - **Date** (Data): este elemento representa uma data associada com o conteúdo, podendo ser de sua criação, atualização, disponibilização, dentre outros;
 - **Type** (Tipo): este elemento permite uma categorização do conteúdo quanto à sua natureza intelectual;
 - **Format** (Formato): este elemento permite uma categorização do conteúdo quanto à sua natureza física;
 - **Identifier** (Identificador): este elemento identifica de maneira unívoca e sem ambiguidades um recurso.

Além das tecnologias voltadas a padronização, recuperação e interoperabilidade de recursos bibliográficos, tecnologias para segurança e automação de bibliotecas físicas têm se destacado nos dias atuais. *Radio-Frequency Identification* (RFID) tem ganhado espaço para automação no processamento de empréstimos, devoluções e inventário. Para segurança e prevenção de furtos tem-se empregado portais de detecção que utilizam RFID e/ou tecnologia eletromagnética, sendo que tais portais permitem a identificação de materiais não processados através de etiquetas coladas em cada item do acervo (MULTISYSTEMS, 2012; 3M, 2012).

São empregados ainda sistemas de controle de acesso que requerem a identificação dos usuários para acessar ou deixar determinado ambiente, assim como sistemas de monitoramento de vídeo, que permitem a integração com o sistema de automação da biblioteca, de modo a identificar visualmente usuários que circulam por determinados ambientes portando determinados materiais (MULTISYSTEMS, 2012; 3M, 2012).

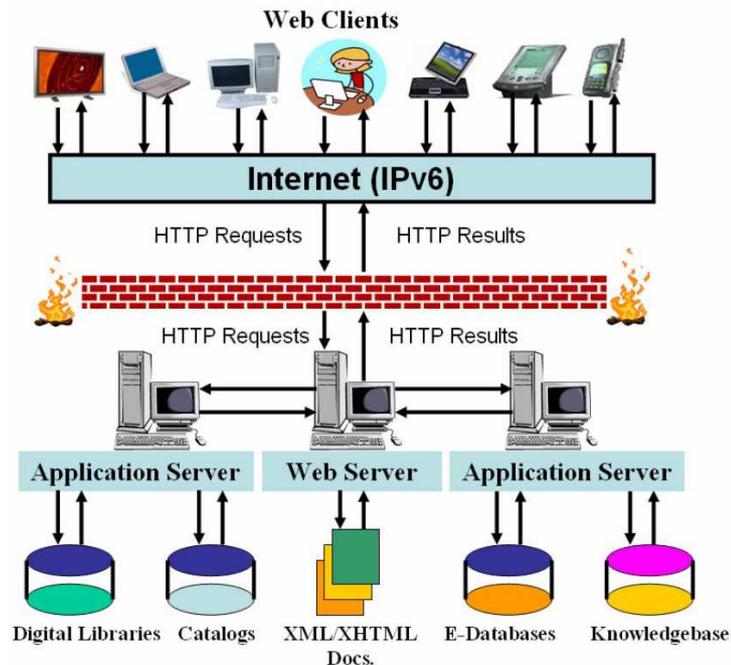
Tais conceitos e tecnologias são essenciais ao modelo proposto neste trabalho, visto que a definição de um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas envolve conhecer e avaliar a relevância na utilização de cada um.

2.4 Bibliotecas ubíquas

Na década de 1990, a internet tornou-se, para as bibliotecas, o principal meio para acessar, organizar, recuperar, armazenar, fornecer e divulgar recursos de informação e serviços. O rápido desenvolvimento das tecnologias da informação tem provido às bibliotecas novas formas de distribuição e divulgação dos recursos e serviços de informação, de modo que através da internet, as bibliotecas adquiriram a capacidade de alcançar os usuários fora de seus espaços físicos (LI, 2006).

Para Li (2006) as bibliotecas tendem a se tornar *gateways* de entrega e divulgação de recursos e serviços de informação, conforme ilustrado pela Figura 6. Os recursos disponibilizados por elas são provenientes de catálogos, bibliotecas digitais, repositórios digitais, bases de dados de recursos eletrônicos, documentos governamentais, coleções especiais, dentre outros.

Figura 6: Arquitetura da informação das bibliotecas.



Fonte: Li (2006).

Com um foco voltado a disponibilidade e utilização de bibliotecas, Li (2006) define uma biblioteca ubíqua a partir das seguintes características:

- Faz uso da internet para fornecer e difundir seus recursos de informação e serviços;
- É acessível 24 horas, 7 dias por semana, sem limitações temporais e geográficas;
- Possui tendências de acesso aberto a informação;
- Possui suporte à divulgação e distribuição de informações em diferentes formatos;
- Possui suporte multilíngue;
- Possui âmbito global.

A natureza dos serviços de uma biblioteca é caracterizada pela abrangência, complexidade e tratamento especializado das informações, de modo que, segundo Huancheng e Miaolei (2011), torna-se conveniente disponibilizar um ambiente ubíquo de biblioteca.

Huancheng e Miaolei (2011) citam que no cenário de ambientes ubíquos para bibliotecas, observa-se a necessidade de combinar os serviços de bibliotecas e as necessidades dos usuários, de modo a assegurar que haja precisão no serviço fornecido, permitindo assim

expandir e enriquecer os recursos de informação, inovar e melhorar os serviços de bibliotecas para satisfazer as necessidades dos usuários.

Uma biblioteca ubíqua caracteriza-se por superar as limitações das bibliotecas tradicionais, disponibilizando serviços especializados a qualquer momento e em qualquer lugar. Para isto é necessário proporcionar a integração dos diversos formatos de recursos disponíveis em catálogos, repositórios, bases de dados, entre outros.

Uma biblioteca ubíqua deve fornecer serviços de forma personalizada e conveniente. Os recursos passam a ser disponibilizados de acordo com as diferentes necessidades de informação dos usuários, de modo a possibilitar a oferta de um serviço de recomendação de conteúdo especializado.

De acordo com Huancheng e Miaolei (2011), em um ambiente de biblioteca com suporte à ubiquidade espera-se que bibliotecários possam obter mais facilmente as necessidades dos usuários, permitindo fornecer respostas mais oportunas e qualificadas. Os serviços de consultoria da informação não devem ser limitados aos usuários presentes no ambiente físico da biblioteca, mas devem estender-se a todos os usuários e a qualquer momento.

Fornecer suporte aos bibliotecários é uma característica desejável a uma biblioteca ubíqua, de modo que os mesmos possam identificar com maior precisão as necessidades dos usuários em relação a recursos e serviços disponibilizados pela biblioteca. Desta forma, os bibliotecários passam a ter acesso a ferramentas que fornecem suporte às suas atividades diárias, relativas à manutenção de acervos, serviços e suporte ao usuário.

Segundo Liu (2008) é necessário estudar o comportamento e hábitos dos usuários para oferecer diferentes serviços correspondentes as suas necessidades. Atualmente serviços personalizados concentram-se em características isoladas, como recuperação de informação e recomendação, porém, a qualidade do serviço personalizado encontra-se intimamente relacionado à compreensão do interesse do usuário. Portanto, estabelecer o perfil do usuário e fornecer serviço aos usuários de acordo com este perfil consistem em pontos-chave.

Este trabalho define Biblioteca Ubíqua como a utilização conjunta de tecnologias de computação móvel e tecnologias de bibliotecas, aplicando os conceitos inerentes a Computação Ubíqua. Tais características devem proporcionar a oferta de recursos e serviços de biblioteca em qualquer lugar e a qualquer momento. Para isto, torna-se necessário disponibilizar uma estrutura padronizada de representação das informações sobre os usuários a partir da análise e armazenamento de trilhas, sensibilidade ao contexto e definição de perfis de usuários, assim como garantir a integração dos diversos formatos de recursos disponíveis em catálogos, repositórios e demais sistemas de disponibilização de informação presentes em bibliotecas.

2.5 Considerações sobre o capítulo

O presente capítulo apresentou uma introdução aos temas computação ubíqua, agentes de software, assim como conceitos e tecnologias aplicadas a ambientes de bibliotecas. Por fim, tratou-se do tema bibliotecas ubíquas. O capítulo teve como intuito apresentar os conceitos e tecnologias que foram utilizados como base para propor o modelo *U-Library*. O próximo capítulo apresenta os trabalhos relacionados ao modelo *U-Library*, traçando um comparativo entre suas principais características.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta trabalhos relacionados ao modelo proposto, assim como um comparativo que identifica a presença de aspectos relevantes para ambientes de biblioteca com suporte à ubiquidade.

Os trabalhos relacionados foram elencados pelo fato de apresentarem determinadas características. Son, Shin e Shin (2008), Buchanan (2010) e Hahn (2011) apresentam modelos voltados especificamente para suporte a bibliotecas ubíquas. Já Ching-Bang (2010) e Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012) descrevem modelos criados para oferecer suporte ubíquo e integrado as áreas de ensino e bibliotecas. Por sua vez, Guerra e Silva (2008) apresentam um modelo genérico, no entanto, o mesmo foi validado em um ambiente real de biblioteca.

A seguir são apresentados os principais aspectos presentes em cada um dos trabalhos relacionados, seguido de um comparativo entre os mesmos.

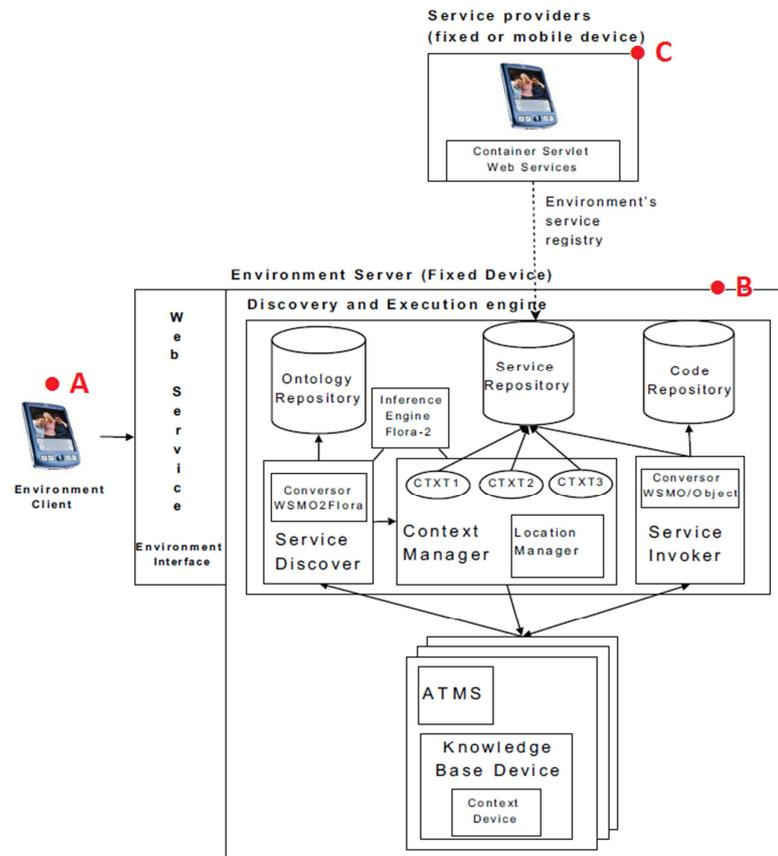
3.1 Modelo de Guerra e Silva (2008)

Guerra e Silva (2008) propõem um modelo para ambientes ubíquos baseados em serviços web semânticos, codificados através da ontologia *Web Ontology Language for Services* (OWL-S), uma extensão da linguagem *Web Ontology Language* (OWL). No modelo é proposto que os serviços estejam localizados em dispositivos distribuídos e que a interação entre o ambiente e os dispositivos deve levar em consideração a dinâmica da informação contextual e a disponibilidade dos serviços.

O modelo é genérico, porém o mesmo foi validado através de uma implementação para a Biblioteca Matemática da Universidade de São Paulo (USP), tendo como objetivo fornecer um serviço de suporte aos usuários na localização de materiais de seu interesse.

Arquitetura do modelo é apresentada na Figura 7. Sua arquitetura é baseada em três componentes: *environment clients* (ver indicação A) - são os clientes executados em dispositivos móveis; *environment server* (indicação B) - responsável por gerenciar a relação entre os componentes e dispositivos, bem como a descoberta e execução de serviços; *service providers* (indicação C) - são responsáveis pela oferta de serviços ao ambiente. O funcionamento do modelo prevê o envio de informações contextuais por parte dos *environment clients* (indicação A) ao *environment server* (indicação B), ao passo que o *environment server* descobre e executa os serviços apropriados e atualiza a base de conhecimento dos clientes.

Figura 7: Arquitetura do modelo proposto por Guerra e Silva.



Fonte: Guerra e Silva (2008).

3.2 Modelo de Son, Shin e Shin (2008)

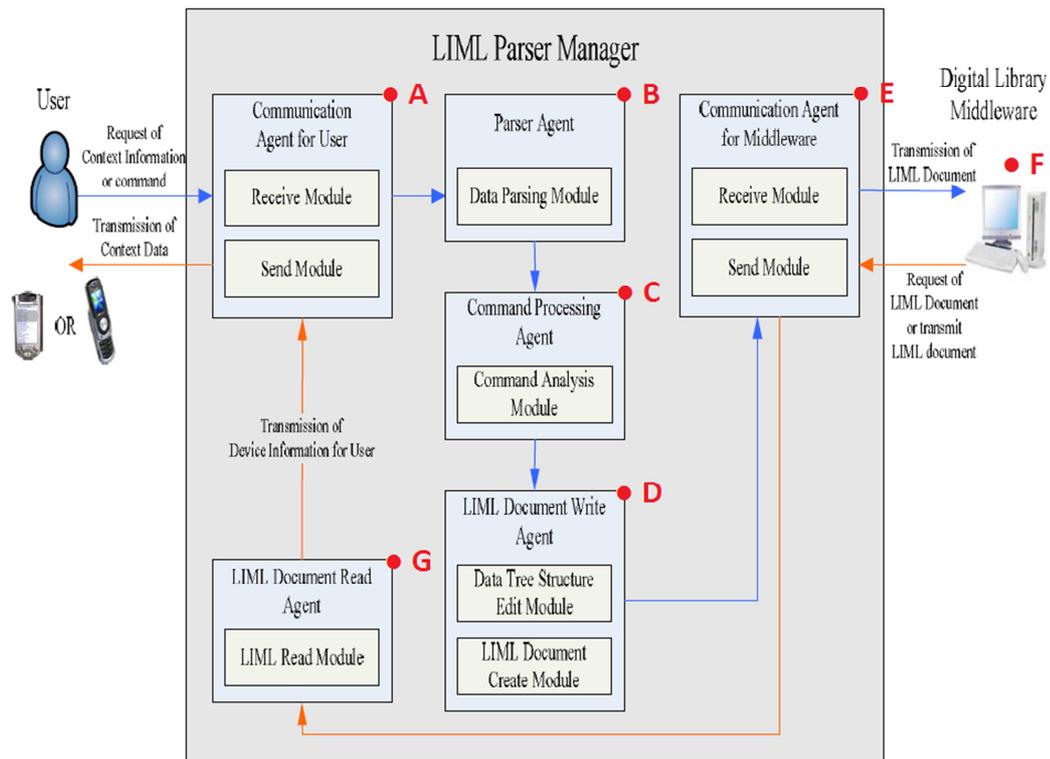
Son, Shin e Shin (2008) definem o *Library Interface Markup Language (LIML)*, com o objetivo de prestar serviços de bibliotecas digitais com sensibilidade ao contexto. O LIML consiste em uma linguagem de marcação baseada em *Extensible Markup Language (XML)*, que visa facilitar a estruturação de informações de contexto de bibliotecas.

A Figura 8 apresenta a arquitetura do *LIML Parser Manager*, que consiste em uma arquitetura para promover ubiquidade em ambientes de biblioteca a partir da utilização do LIML. O *LIML Parser Manager* é formado por seis agentes de software: *Communication agent for user*, *Parser agent*, *Command processing agent*, *LIML document write agent*, *LIML document read agent* e *Communication agent for middleware*. Estes agentes são responsáveis pela comunicação com os usuários e a biblioteca digital, assim como o reconhecimento e processamento das requisições.

No *LIML Parser Manager* o fluxo de uma requisição e sua respectiva resposta ocorre conforme indicado na Figura 8. Quando um usuário executa um comando ou ocorre uma atualização de contexto, as informações são encaminhadas ao *Communication agent for user* (ver indicação A), que repassa a requisição ao *Parser agent* (indicação B), responsável por realizar o *parsing* dos dados recebidos. Em seguida o fluxo de dados é encaminhado para *Command processing agent* (indicação C) e em seguida para o *LIML document write agent*

(indicação D), que escreve o documento LIML de requisição. Por fim o documento LIML portando os dados da requisição do usuário é encaminhado pelo *Communication agent for middleware* (indicação E) para biblioteca digital (indicação F). A biblioteca digital, por sua vez, processa a requisição e encaminha a resposta ao mesmo agente, também através de um documento LIML. O *Communication agent for middleware* (indicação E) repassa o documento LIML recebido ao *LIML document read agent* (indicação G), que efetua a leitura do documento e encaminha a resposta ao usuário através do *Communication agent for user* (indicação A).

Figura 8: Arquitetura do LIML Parser Manager.



Fonte: Son, Shin e Shin (2008).

3.3 Modelo de Ching-Bang (2010)

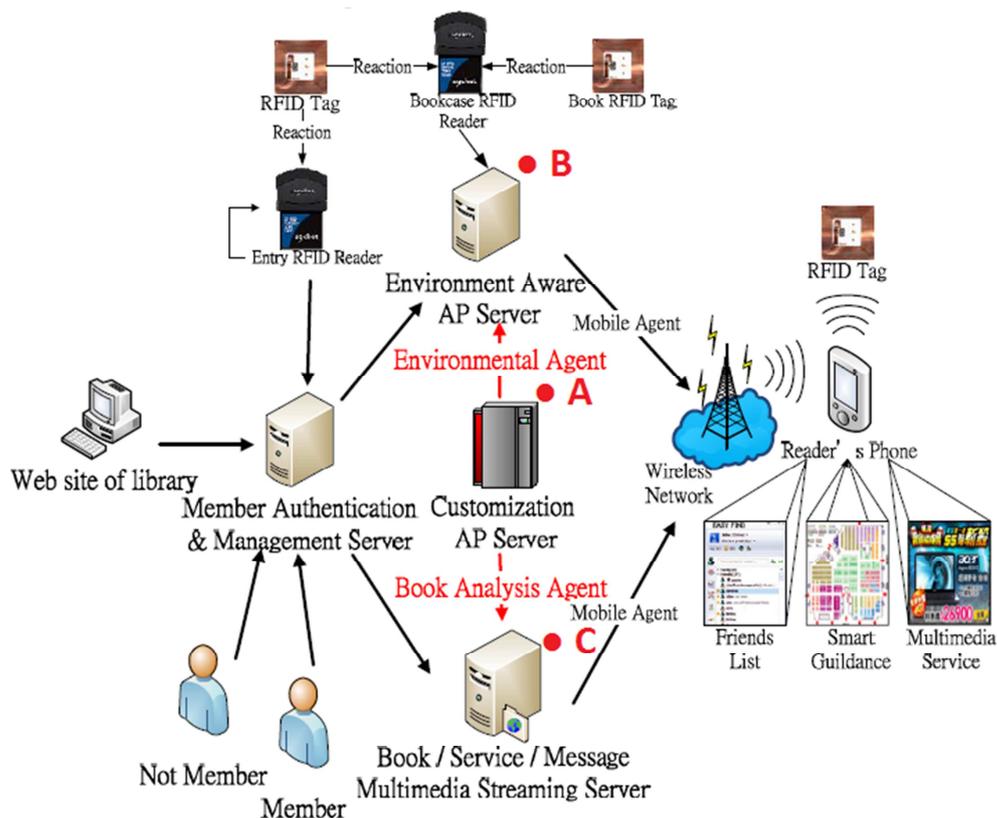
Ching-Bang (2010) apresenta um ambiente de aprendizagem ubíqua baseado em um serviço de navegação em ambientes de bibliotecas, denominado *Personalized Navigation and Ubiquitous Learning with Knowledge Agents for Intelligent Library* (PNULKA). O modelo combina as tecnologias RFID, agentes móveis e redes sem fio.

O modelo foi validado efetuando-se uma integração dos ambientes de *e-learning*, plataforma de testes e sistema de gestão da biblioteca. Realizou-se uma análise de preferências individuais dos estudantes a partir dos registros de aprendizagem e de testes. A tecnologia RFID foi utilizada para rastrear o caminho percorrido pelos usuários na biblioteca, tornando possível oferecer sugestões de navegação de modo a auxiliar na localização dos livros mais adequados.

A localização dos usuários é identificada através da utilização da tecnologia RFID, sendo pré-requisito os livros estarem etiquetados e o dispositivo móvel do usuário possuir um leitor de RFID, de modo que ao aproximar o dispositivo dos materiais, o mesmo efetua o envio da identificação do material possibilitando determinar o contexto dos usuários.

A Figura 9 apresenta a arquitetura do modelo PNULKA. O *Environmental Agent* (ver indicação A) registra as informações de caminho percorrido, livros consultados e horários da utilização no banco de dados do *Environment Aware AP Server* (indicação B). Esse agente é responsável por analisar e processar a popularidade de cada livro, de modo a cooperar na disponibilização de navegação no ambiente de acordo com a área de interesse ao usuário. O *Book/Service/Message Multimedia Streaming Server* (indicação C) armazena informações sobre cada livro e serviço, sendo responsável por disponibilizar tais informações ao dispositivo móvel do usuário.

Figura 9: Arquitetura do modelo PNULKA.



Fonte: Ching-Bang (2010).

Utilizaram-se também técnicas de *data mining* para análise de dados referentes a consultas, rotas, relações entre diferentes livros, objetivando determinar os serviços adequados a serem disponibilizados a cada usuário.

3.4 Modelo de Buchanan (2010)

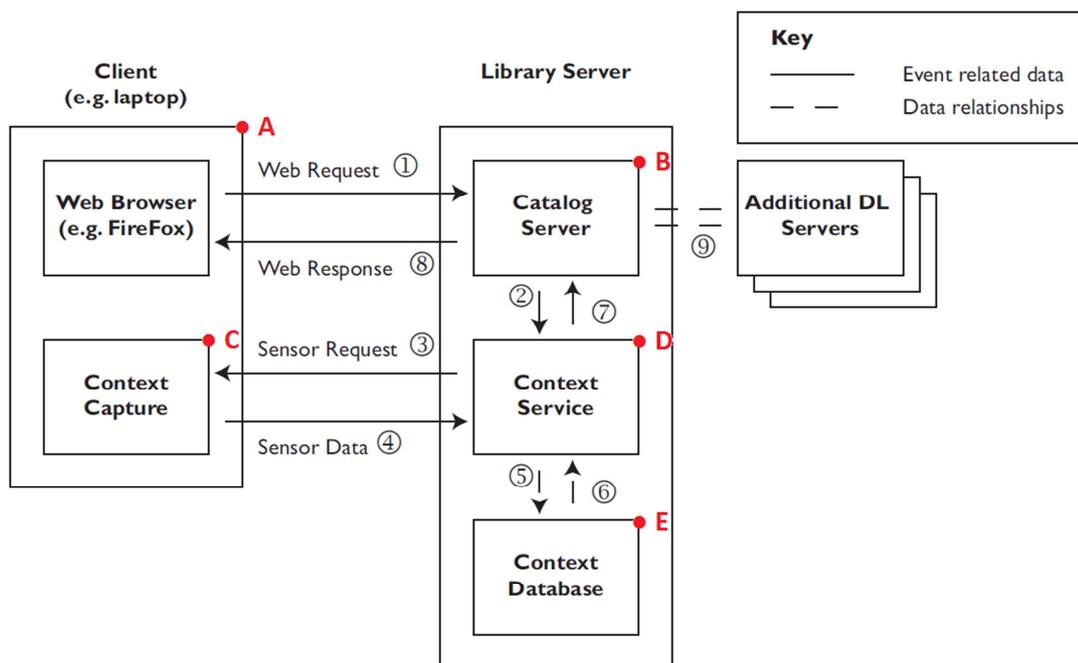
Buchanan (2010) propõe um modelo que explora a coexistência de documentos físicos e digitais, de modo que possam se complementar. No modelo denominado *Embedded Library*

(EmLi) é proposta a disponibilização de serviços, recursos físicos e digitais a partir do contexto do usuário.

Para propiciar a descoberta de localização do usuário foi proposta a utilização de RFID e *bluetooth*, sendo que *tags* de RFID foram instaladas sob mesas de leitura disponíveis na biblioteca, de modo que equipamentos portáteis com suporte à tecnologia pudessem ler as *tags* e informar o sistema de sua localização.

A Figura 10 apresenta a arquitetura do EmLi. Nela, o cliente (*client*) (ver indicação A) acessa o catálogo da biblioteca (*catalog server*) (indicação B), enquanto um programa de captura de contexto (*context capture*) (indicação C) detecta etiquetas RFID ou dispositivos *bluetooth* nas proximidades. Quando o usuário envia uma solicitação para o catálogo da biblioteca, como por exemplo, uma pesquisa, o catálogo irá se comunicar com os componentes de contexto (*context service* e *context database*) (indicações D e E) para obter o contexto do cliente. Então o catálogo recebe a informação de assunto relacionado ao contexto, de modo a permitir o ajuste da resposta da solicitação, priorizando os resultados referentes ao assunto na lista de resultado da pesquisa.

Figura 10: Arquitetura do modelo EmLi.



Fonte: Buchanan (2010).

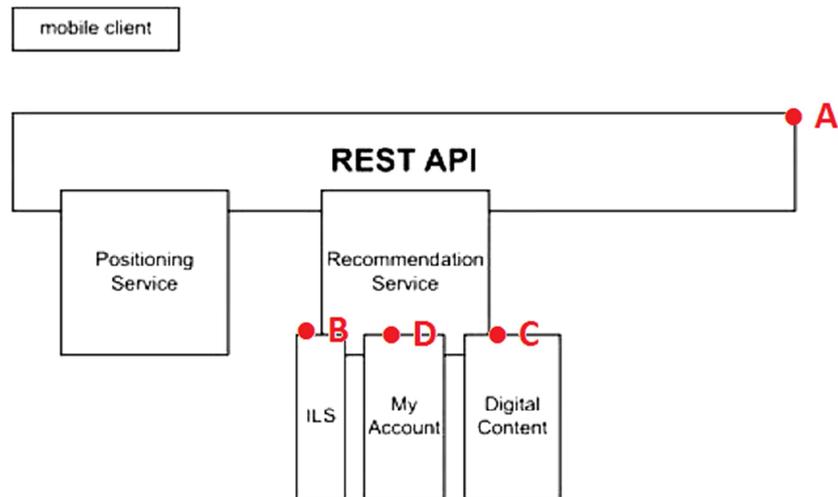
3.5 Modelo de Hahn (2011)

Hahn (2011) propõe um modelo para os serviços de recomendação baseados em localização de dispositivos móveis em ambientes de biblioteca, permitindo um melhor acesso aos recursos impressos e digitais.

No modelo é proposto um serviço de posicionamento, baseado em tecnologia *wireless*, e um serviço de recomendação, baseado na subdivisão do espaço físico da biblioteca em regiões associadas a determinados assuntos.

A Figura 11 apresenta a arquitetura do modelo, que consiste basicamente em serviços de recomendação e de posicionamento suportados por tecnologia *Representational State Transfer* (REST) (ver indicação A), sendo que fazem parte do serviço de recomendação: o ILS (indicação B), uma base de conteúdo digital (*digital content*) (indicação C) e a conta do usuário (*my account*) (indicação D).

Figura 11: Arquitetura do modelo de Hahn.



Fonte: Hahn (2011).

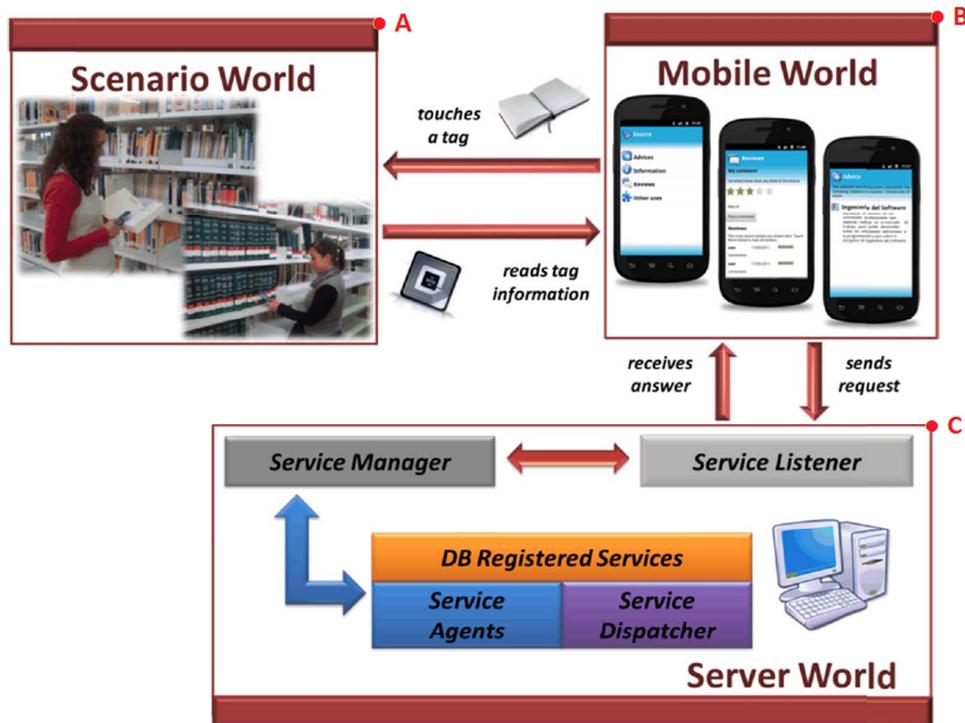
3.6 Modelo de Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012)

Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012) propõem um modelo para um sistema ubíquo que proporciona o acesso a recursos bibliográficos recomendados por professores aos estudantes.

A tecnologia *Near Field Communication* (NFC) foi utilizada para identificação dos recursos bibliográficos, de modo que, quando os estudantes aproximam seu dispositivo móvel, eles podem obter uma série de serviços, informações sobre o recurso, informações relacionadas à qualidade e partes de maior importância, opiniões e recomendações de outros estudantes e professores.

A Figura 12 apresenta a arquitetura do modelo proposto. O modelo baseia-se no uso de três atores: objetos inteligentes espalhados pelo ambiente contendo *tags* NFC (*scenario world*) (ver indicação A), usuários portando dispositivos móveis com suporte à NFC (*mobile world*) (indicação B) e um software para suporte aos serviços (*server world*) (indicação C).

Figura 12: Arquitetura do modelo proposto.



Fonte: Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012).

3.7 Comparativo

A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os trabalhos relacionados. Para tal foram elencados os seguintes aspectos como relevantes para suporte a bibliotecas ubíquas:

- **Sensibilidade ao contexto:** identifica se foi utilizado algum tipo de informação sobre contexto;
- **Perfis dinâmicos:** identifica se foi utilizado algum tipo de gerenciamento e atualização de perfis. Tais perfis são atualizados constantemente a partir de novos registros de trilha do usuário;
- **Suporte ao cliente:** identifica se o modelo prevê a disponibilização de suporte ubíquo aos clientes;
- **Suporte ao bibliotecário:** identifica se o modelo prevê a disponibilização de suporte aos bibliotecários;
- **Recomendação:** identifica se existe a recomendação de recursos bibliográficos de acordo com o perfil do cliente, contexto, localização ou outro aspecto;
- **Utilização de trilhas:** identifica se foi empregado algum tipo de gerenciamento de trilha;
- **Conteúdo:** identifica o tipo e origem dos recursos bibliográficos suportados pelo modelo;
- **Domínio:** identifica a área de aplicação do modelo.

Os aspectos listados acima foram assumidos como presentes nos modelos quando citados explicitamente ou quando indícios relevantes de sua presença foram detectados.

Tabela 1: Comparativo entre os trabalhos relacionados.

Modelo / Aspecto	Guerra e Silva (2008)	Son, Shin e Shin (2008)	Ching-Bang (2010)	Buchanan (2010)	Hahn (2011)	Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012)
Sensível ao contexto	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Perfis dinâmicos	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não
Suporte ao cliente	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte ao bibliotecário	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Recomendação	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Utilização de trilhas	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Conteúdo	Físico	Digital próprio	Físico	Físico / Digital próprio	Físico / Digital próprio	Físico
Domínio	Genérico	Biblioteca	Biblioteca / Ensino	Biblioteca	Biblioteca	Biblioteca / Ensino

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com exceção ao modelo de Hahn, que é baseado apenas em localização, todos os demais modelos relatam a utilização de sensibilidade ao contexto.

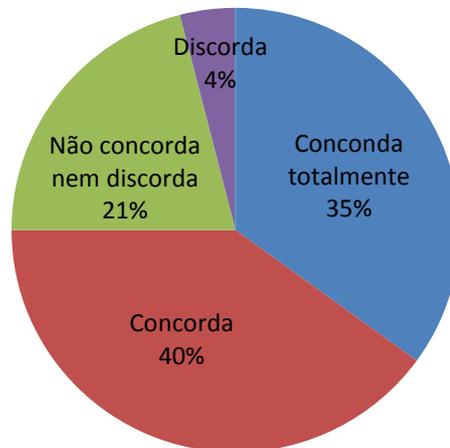
Segundo Donath (2000), conhecer o perfil das entidades é imprescindível para uma adequada personalização de um ambiente. Giddens (1991) afirma que o perfil de uma entidade não é estático, ele está em constante evolução, devido ao componente social estar em constante mudança.

Segundo Carreira et al. (2004), perfis de entidades são conceitos aproximados, que refletem o interesse em relação a assuntos e em momentos particulares. Cada termo de um perfil é expresso em certo grau, através de características aprendidas implicitamente durante interações com o sistema (POO; CHNG; GOH, 2003).

Apenas Guerra e Silva e Ching-Bang citam explicitamente a utilização de perfis dinâmicos. O primeiro define a criação e atualização de uma base de conhecimento do cliente a partir de informações contextuais e o segundo cita a utilização de uma agente para análise das informações básicas do cliente no processo de recomendação.

Em entrevista encomendada pela OCLC (COLLEGE, 2006), os entrevistados foram convidados a responder o grau em que concorda que o bibliotecário agrega valor ao processo de busca de informação. Foi identificado que 75% dos estudantes universitários concordam com a proposição (Figura 13). Em pesquisa mais recente, também encomendada pela OCLC, observou-se que este pensamento subiu para cerca de 82% entre os entrevistados (PERCEPTIONS, 2011).

Figura 13: Bibliotecário no processo de busca de informação.



Fonte: Adaptado pelo autor de College (2006).

Todos os modelos propostos possuem foco no suporte ao cliente, sendo que nenhum deles foca na disponibilização de recursos e serviços ao bibliotecário. Fornecer suporte ao bibliotecário permite que ele possa identificar com maior precisão as necessidades dos clientes em relação a recursos e serviços disponibilizados pela biblioteca, propiciando aumento na qualidade das atividades e serviços oferecidos.

O aspecto recomendação não é suportado pelos modelos de Guerra e Silva e Buchanan. O modelo de Hahn suporta recomendação baseada apenas em localização, ou seja, de acordo com o local dentro do ambiente de biblioteca que o cliente se encontra. Já os demais realizam recomendações baseados no perfil do cliente ou contexto.

Trilhas podem ser utilizadas para realizar inferências a respeito das entidades, ou seja, no âmbito de interesse deste trabalho, a utilização de trilhas pode auxiliar em atividades como a manutenção de perfis dinâmicos e inferência de recomendações. Em nenhum dos modelos este aspecto foi identificado.

Em relação ao conteúdo abrangido, este trabalho define três tipos principais: físico (uma obra física da biblioteca, por exemplo, um livro ou revista), digital próprio (conteúdo digital mantido em repositórios gerenciados pela própria biblioteca) e digital de terceiros (conteúdo mantido por terceiros).

Os modelos de Guerra e Silva, Ching-Bang e Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto restringem-se a conteúdo físico, enquanto o modelo de Son, Shin e Shin cita a aplicação apenas a bibliotecas digitais próprias. Os modelos de Buchanan e Hahn propõem a aproximação da utilização de conteúdos físicos e digitais, no entanto, apenas Buchanan apresenta uma preocupação futura, mas sem apresentar uma solução, na integração do modelo com sistemas de conteúdo digital disponibilizado por terceiros, como é comumente observado em ambiente de bibliotecas.

O modelo apresentado por Guerra e Silva, em relação ao aspecto domínio, é genérico, visto que busca a definição de um modelo para disponibilização de serviços, no entanto o mesmo foi validado em um ambiente de biblioteca. Já Ching-Bang e Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto mesclam o domínio com o aspecto de ensino, pois apresentam a integração dos

modelos com os ambientes de aprendizado. Os demais modelos focam especificamente o domínio de bibliotecas.

A partir do comparativo realizado entre os trabalhos relacionados foi possível identificar oportunidades para contribuições ao suporte a bibliotecas ubíquas. Os aspectos que merecem maior destaque são suporte ao bibliotecário, utilização de trilhas e tipos de conteúdo.

Nenhum dos trabalhos relacionados possui suporte ao bibliotecário, aspecto que pode resultar em um diferencial na qualidade dos recursos e serviços disponibilizados por uma biblioteca.

A utilização de trilhas merece destaque, pois os sistemas já tradicionais em bibliotecas armazenam históricos que podem ser convertidos em uma base de trilhas, permitindo a construção de perfis e a captura de informações relevantes aos serviços prestados por uma biblioteca.

Por fim, o suporte a tipos de conteúdos apresentados nos trabalhos relacionados limita-se aos sistemas gerenciados pelas bibliotecas, ao passo que o *U-Library* propõe uma metodologia que busca permitir a utilização e oferta de recursos disponibilizados por sistemas controlados por terceiros.

3.8 Considerações sobre o capítulo

O presente capítulo apresentou uma breve descrição dos trabalhos relacionados ao modelo *U-Library*, tendo o objetivo de identificar os principais aspectos relacionados aos modelos propostos e traçando um comparativo entre os mesmos. Tal atividade permitiu a identificação de oportunidades para contribuições ao suporte a bibliotecas ubíquas. Com base nos estudos efetuados, o próximo capítulo apresenta o modelo *U-Library*, detalhando sua arquitetura e principais componentes.

4 MODELO *U-LIBRARY*

O modelo *U-Library* objetiva fornecer suporte a bibliotecas ubíquas, contando com uma estrutura que possibilite a disponibilização de serviços e recursos provenientes tanto dos acervos físicos quanto digitais de uma biblioteca. Este capítulo descreve a arquitetura e componentes do modelo *U-Library*.

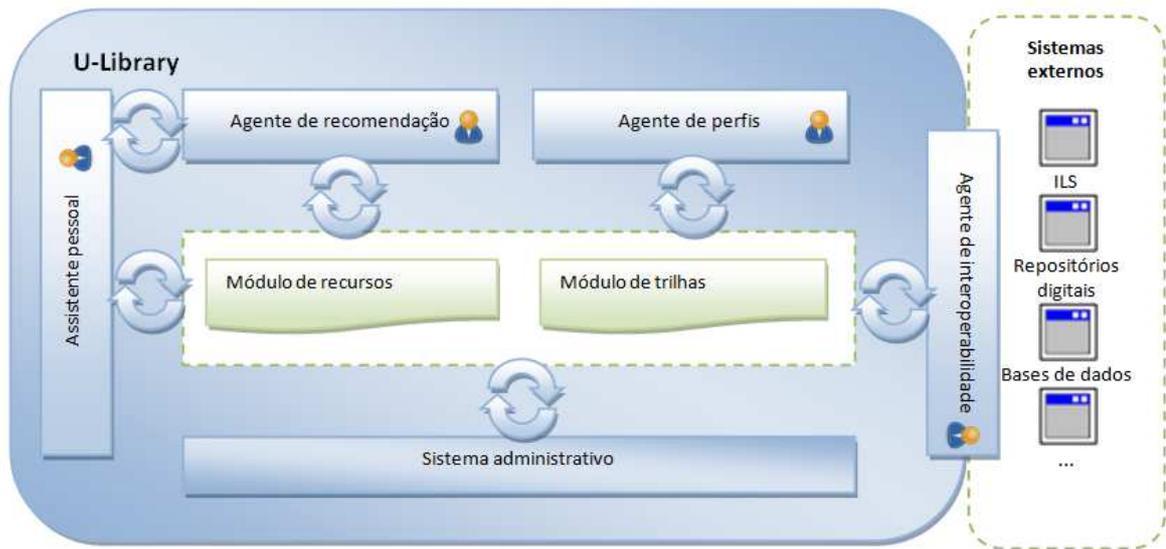
4.1 Visão geral

O modelo *U-Library* foi proposto com base em aspectos identificados a partir da investigação sobre tecnologias aplicadas a bibliotecas, computação ubíqua e modelos previamente propostos para suporte a bibliotecas ubíquas. Desta forma, os principais aspectos presentes no modelo *U-Library* são:

- **Sensibilidade ao contexto:** permite monitoramento de alterações contextuais das entidades visando fornecer recursos e serviços adequados;
- **Perfis dinâmicos:** permite o gerenciamento e atualização do perfil de entidades a partir da utilização de informações presentes no histórico de contextos (trilha);
- **Suporte ao cliente:** fornece suporte ubíquo ao cliente;
- **Suporte ao bibliotecário:** fornece suporte ao bibliotecário;
- **Recomendação:** realiza a recomendação de recursos bibliográficos a partir da análise do perfil do cliente, contexto e disponibilidade de recursos;
- **Utilização de trilhas:** emprega o gerenciamento de trilhas de entidades, assim como utiliza históricos de usuários provenientes dos sistemas utilizados por bibliotecas para popular a bases de trilhas;
- **Conteúdo:** suporta a disponibilização de recursos físicos e digitais provenientes de sistemas de disponibilização de informação utilizados por bibliotecas a partir da interoperabilidade promovida com sistemas da própria biblioteca e de terceiros;
- **Domínio:** focado na disponibilização de suporte a bibliotecas ubíquas.

A arquitetura do modelo *U-Library* é apresentada na Figura 14. O *U-Library* possui sete componentes, organizados em quatro agentes de software (assistente pessoal, interoperabilidade, recomendação e perfis), dois módulos (recursos e trilhas) e um sistema administrativo.

Figura 14: Arquitetura do modelo *U-Library*.

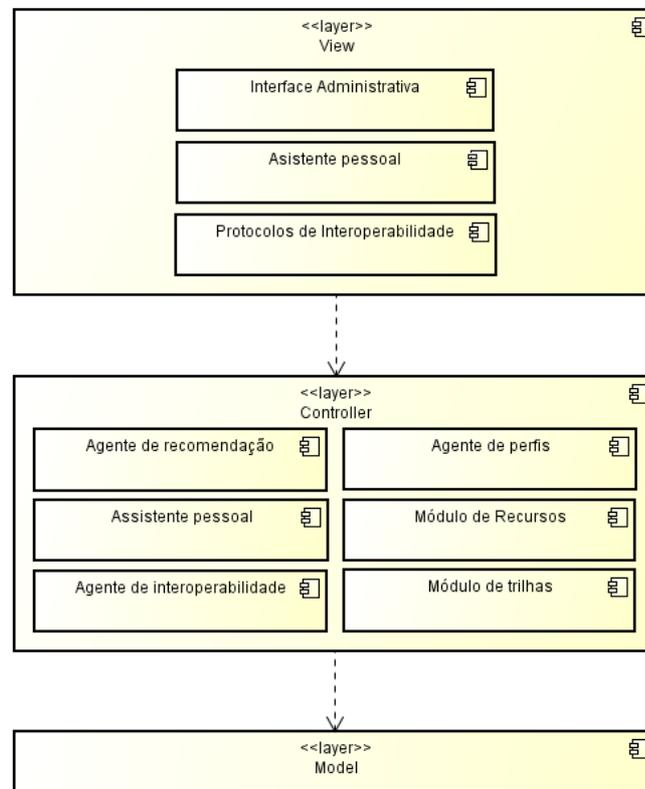


Fonte: Elaborado pelo autor.

O Assistente Pessoal é responsável pela comunicação do dispositivo do usuário com os demais agentes e módulos do sistema. O Agente de Recomendação monitora alterações nos perfis dos usuários, contexto e disponibilidade de novos recursos, buscando oportunidades de recomendação. O Agente de Perfis realiza o gerenciamento de perfis de usuários. O Agente de Interoperabilidade interage com sistemas externos realizando a sincronização de metadados, coleta de informações de usuários, solicitação de serviços e disponibilização de perfis. O Módulo de Recursos é responsável pelo gerenciamento dos recursos. O Módulo de Trilhas é responsável pelo gerenciamento das trilhas do modelo. O sistema administrativo disponibiliza uma interface gerencial dos módulos e agentes do modelo.

A Figura 15 apresenta a arquitetura do modelo subdividindo os componentes por camadas, conforme o padrão arquitetônico *Model-View-Controller* (MVC). Segundo Gonçalves (2007), o MVC é um paradigma de desenvolvimento que propõe a separação da aplicação em três camadas distintas: modelo (*Model*), apresentação (*View*) e controlador (*Controller*). Na camada de apresentação estão presentes a interface administrativa, a interface do assistente pessoal e as interfaces dos protocolos de interoperabilidade. Na camada de controlador encontram-se os agentes e módulos do *U-Library*. Já na camada de modelo encontram-se as classes que representam as entidades do banco de dados, assim como as classes responsáveis pela manipulação dos dados no que tange as operações de inserção, alteração, recuperação e deleção.

Figura 15: Arquitetura do modelo organizada em camadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

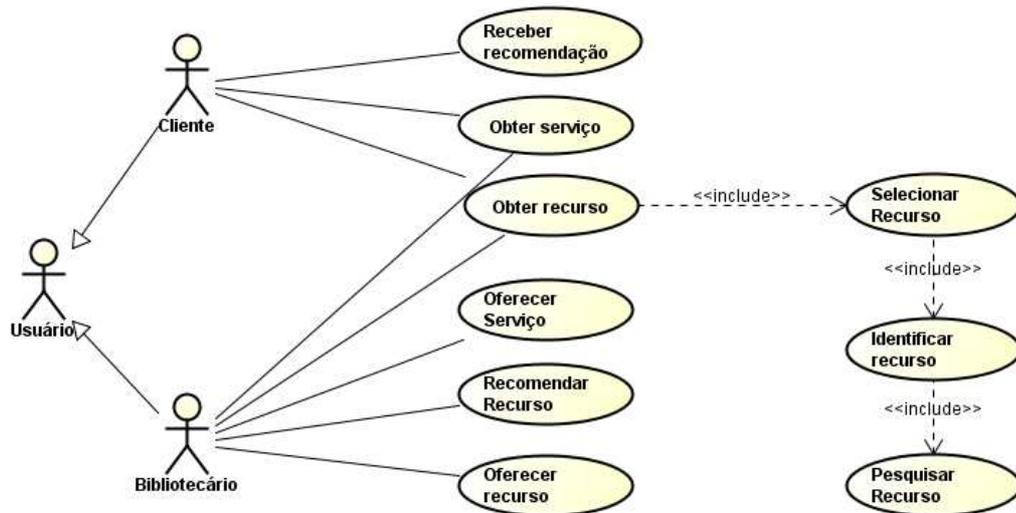
Objetivando-se identificar as principais dependências e casos de uso dos clientes em relação às bibliotecas, consultou-se documentação da *International Federation of Library Associations and Institutions* (IFLA), organização fundada em 1927, engajada em promover a cooperação internacional, debate e investigação em todos os campos da biblioteconomia. Estudos realizados pela organização resultaram num modelo conceitual que abstrai a realidade do universo bibliográfico, denominado *Functional Requirements for Bibliographic Records* (FRBR) (IFLA, 2009). Tal modelo vem ganhando aderência nos dias atuais, devido suas características focadas nos clientes e não mais nos registros, como ocorre em modelos anteriores.

O FRBR apresenta a definição de quais seriam as principais tarefas dos clientes, ou seja, as principais ações realizadas pelos usuários durante a utilização de dados bibliográficos. As tarefas definidas pelo FRBR são: encontrar, identificar, selecionar e adquirir ou obter. Encontrar refere-se a localizar um recurso ou grupo de recursos como resultado de uma busca usando um atributo ou relacionamento do recurso. Identificar está relacionado à tarefa de confirmar que o recurso descrito corresponde ao recurso procurado ou distinguir entre dois ou mais recursos com características similares. Selecionar consiste em escolher um recurso que satisfaça os requisitos do usuário com respeito ao conteúdo, forma física, etc., ou rejeitar um recurso por ser inapropriado às necessidades do cliente. Adquirir resume-se a adquirir um recurso por compra, empréstimo, acesso eletrônico, dentro outros (IFLA, 2009).

A partir das definições encontradas no FRBR, foram identificadas as tarefas ou casos de uso de maior relevância. A Figura 16 apresenta o diagrama de casos de uso do modelo abrangendo seus principais requisitos em relação aos atores cliente e bibliotecário. O caso de

uso "obter recurso" genericamente representa qualquer processo de aquisição ou acesso a um determinado recurso, como a retirada, *download*, visualização ou mesmo compra. Este caso de uso inclui o caso de uso "selecionar recurso". O caso de uso "selecionar recurso" inclui a atividade de "identificar recurso", que por sua vez inclui a atividade "pesquisar recurso". O ator bibliotecário, além dos casos de uso já citados, está relacionado aos casos de uso "oferecer serviço", "recomendar recurso" e "oferecer recurso".

Figura 16: Principais casos de uso do modelo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *U-Library* é um Sistema Multi Agente (SMA), dotado de quatro agentes de software: assistente pessoal, agente de interoperabilidade, agente de perfis e agente de recomendação. As próximas seções detalham os componentes presentes no modelo *U-Library*, sendo que foi utilizado UML para modelagem geral e o *framework i** e *Tropos* em conjunto com uma extensão da UML para a modelagem dos agentes do modelo, conforme apresentado na Seção 4.4.

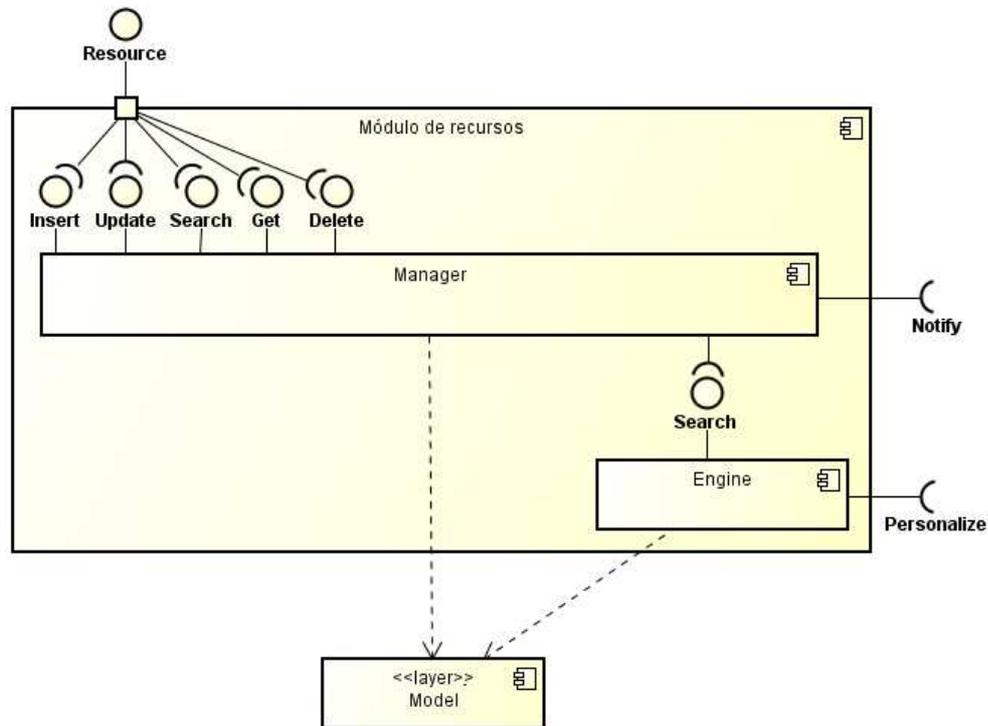
4.2 Módulo de recursos

O módulo de recursos efetua o gerenciamento de uma base de metadados de recursos físicos e digitais. Esta base é formada a partir da sincronização dos metadados com os sistemas de disponibilização de informação. A tarefa de sincronização de metadados é realizada pelo agente de interoperabilidade, conforme descrito na Seção 4.8. Este módulo armazena e disponibiliza recursos aos usuários através do assistente pessoal e agente de recomendação.

A arquitetura do módulo de recursos é apresentada na Figura 17. Internamente o módulo é formado por um gerenciador (*manager*) e um motor de busca (*engine*). O gerenciador é responsável por resolver solicitações feitas por clientes, resultando em operações de inserção, alteração, seleção ou deleção de metadados de recursos. Quando uma operação recebida pelo gerenciador resultar na recuperação de metadados de recursos, a solicitação é encaminhada e processada pelo motor de busca. O componente gerenciador

também faz uso de uma interface do módulo de trilhas para informar a atividade de busca (*notify*). O motor de buscas comunica-se com o agente de recomendação para realizar a personalização (*personalize*) dos resultados de buscas de acordo com o perfil do cliente.

Figura 17: Arquitetura do módulo de recursos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Liu e Turtle (2013), o interesse do usuário, como uma necessidade de informação é dinâmico e muitas vezes ignorado pelos atuais sistemas de recuperação de informação. Em um cenário idealizado, quando um usuário envia uma consulta para um sistema de recuperação de informação, ele quer encontrar a informação desejada nos resultados obtidos. Intuitivamente, a probabilidade da busca alcançar o sucesso depende de três fatores:

1. A probabilidade de que os usuários possam gerar uma consulta de alta qualidade para expressar a sua necessidade de informação;
2. A probabilidade de que o sistema possa encontrar um resultado de alta qualidade com base em uma consulta (de alta qualidade);
3. A probabilidade de que os usuários possam encontrar as informações necessárias nos resultados (de alta qualidade) recuperados.

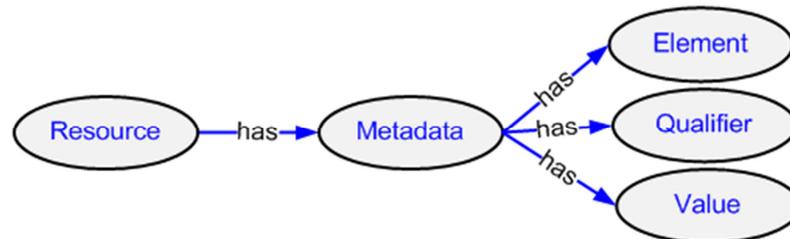
Segundo Ghorab et al. (2013), sistemas de recuperação de informação tem o objetivo de auxiliar os usuários na busca de informações. Uma característica tradicional destes sistemas, é que se diferentes usuários enviam a mesma consulta, o sistema deve retornar a mesma lista de resultados, independentemente do usuário. Sistemas de recuperação de informação personalizados (*Personalized Information Retrieval - PIR*) dão um passo para melhor satisfazer as necessidades de informações específicas de cada usuário, fornecendo resultados de pesquisa que não são apenas de relevância para a consulta, mas também são de

particular relevância para o usuário que enviou a consulta. A fim de proporcionar um atendimento personalizado, um sistema PIR mantém informações sobre os usuários e o histórico de suas interações com o sistema. Estas informações são então utilizada para adaptar consultas dos usuários ou os resultados, de modo que a informação que é mais relevante para os usuários são recuperada e apresentada.

O motor de busca (engine) apresentado na Figura 17 realiza a personalização dos resultados das buscas efetuadas pelo usuário, considerando o grau de relevância atribuído em seu perfil para cada termo de interesse (Seção 4.6) e relacionando ao grau de relevância atribuído a cada elemento de metadado presente no recurso (Tabela 5). Em resumo, serão apresentados como primeiros resultados da pesquisa os recursos que atingirem maior pontuação no somatório da ponderação do corrente metadado multiplicado pela ponderação, presente no perfil do usuário, para o metadado que possui valor igual.

A Figura 18 representa o modelo definido para a estruturação dos metadados de recursos do banco de dados de recursos. Esta ontologia baseou-se na estrutura do padrão de metadados Dublin Core, que especifica os elementos principais do esquema através do elemento *Element*, e permite a extensão e refinamento através do elemento *Qualifier*. O elemento *Value* representa o valor a ser assumido pelo campo definido. Esta estrutura permite o suporte a um amplo conjunto de esquemas de metadados, visto que bastaria configurar os campos conforme a especificação de cada esquema de metadados.

Figura 18: Ontologia de metadados de recursos do U-Library.



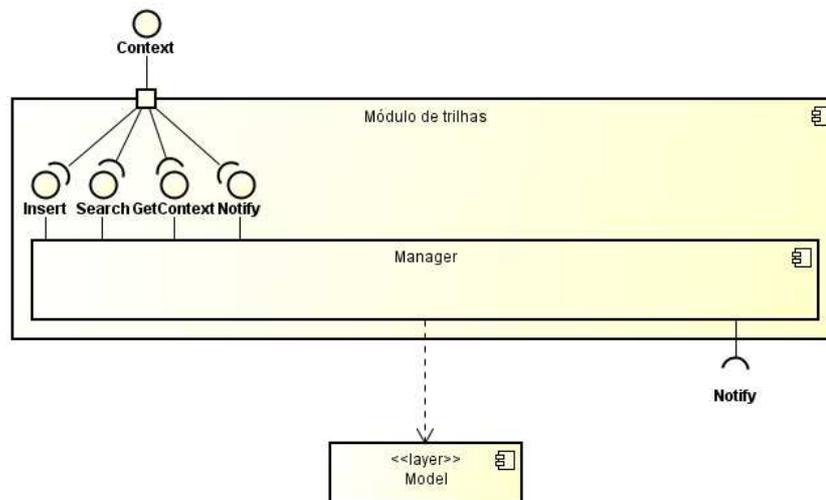
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Módulo de trilhas

Este módulo armazena, gerencia e disponibiliza trilhas. Trilha consiste em uma sequência de contextos visitados por uma entidade, armazenando informações de recursos e serviços que foram utilizados. Estes dados servem de referência para extração de informações auxiliares e relevantes aos demais módulos e agentes do sistema. Nos registros do módulo de trilhas, a última trilha armazenada para cada entidade representa seu contexto mais recente.

A arquitetura do módulo de trilhas é apresentada na Figura 19. Internamente o módulo de trilhas possui um gerenciador (*manager*), que é responsável por resolver solicitações feitas por clientes, resultando em operações de inserção e seleção de registros de trilha do banco de dados. Estas operações sobre o banco de dados são dependentes da camada de modelo da aplicação. O gerenciador faz uso de uma interface do agente de perfis de modo a informá-lo sobre a disponibilidade de novos registros de trilha de entidades (*notify*).

Figura 19: Arquitetura do módulo de trilhas.



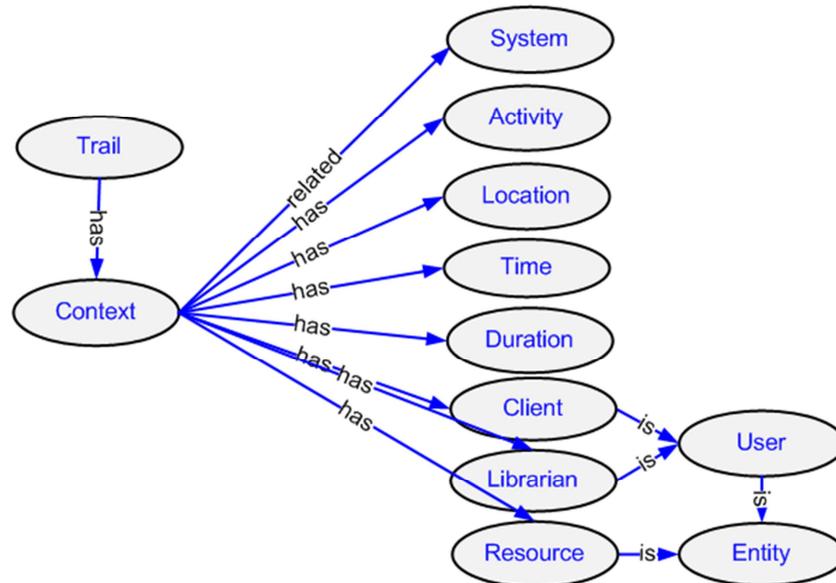
Fonte: Elaborado pelo autor.

Visando formalizar trilha no âmbito de bibliotecas, propõe-se a ontologia *ulTrailOntology* (Figura 20). Desta forma, o *U-Library* armazena trilhas contendo as seguintes informações:

- **System** (Sistema): representa o sistema a qual um registro de contexto está relacionado (sistema externo ou o próprio *U-Library*);
- **Activity** (Atividade): representa a atividade que foi realizada por uma entidade que resultou em um registro de contexto;
- **Location** (Localização): representa a localização da entidade, podendo conter a informação de estar dentro ou fora de uma biblioteca, assim como coordenadas geográficas;
- **Time** (Tempo): data e hora da ocorrência de um registro do contexto;
- **Duration** (Duração): representa a duração de um evento que está associado a um registro de contexto;
- **Client** (Cliente): identifica um ou mais clientes relacionados a um registro de trilha;
- **Librarian** (Bibliotecário): identifica um ou mais bibliotecários relacionados a um registro de trilha;
- **Resource** (Recurso): identifica um ou mais recursos relacionados a um registro de trilha.

Esta especificação de trilha respeita a definição de contexto de Dey (2001) que atribuiu quatro características essenciais ao contexto (identidade, localização, estado ou atividade e tempo). A ontologia define ainda que clientes e bibliotecários são usuários, assim como usuários e recursos são entidades.

Figura 20: Ontologia de trilha do *U-Library* (*ulTrailOntology*).



Fonte: Elaborado pelo autor.

O módulo de trilhas armazena também contextos relacionados a uma entidade especial, denominada *anonymous*. Tais informações são provenientes da utilização dos sistemas de disponibilização de informação por usuários não identificados, sendo coletadas pelo agente de interoperabilidade. Estas informações não são úteis para determinação de perfis de usuário, no entanto são relevantes aos perfis de recursos e para que bibliotecários possam ter uma visão real da utilização de recursos e serviços da biblioteca.

No *U-Library* o critério utilizado para a atualização do contexto das entidades está diretamente relacionada à ocorrência de um evento, ou seja, o módulo de trilhas grava um novo contexto quando ocorre a alteração de qualquer uma das informações definidas na ontologia de trilha do modelo. Uma exceção a esta regra está relacionada à característica tempo, que tem a função de manter uma ordem cronológica dos contextos.

Visando mapear as principais atividades que podem resultar na atualização de contextos dos usuários no ambiente de biblioteca, realizou-se um estudo em conjunto com os bibliotecários da Biblioteca da UNIVATES. Foi identificada uma lista de atividades, apresentada na Tabela 2, que foi tomada como base para padronizar as informações de atividades presentes nas ocorrências de contextos dos usuários.

Tabela 2: Lista de atividades relacionadas a contextos.

Atividade	Descrição
Retirar	Representa a atividade de empréstimo de um recurso.
Devolver	Representa a atividade de devolução de um recurso.
Reservar	Representa a atividade de reserva de um recurso.
Visualizar	Representa a atividade de acesso/visualização de um recurso.
Baixar	Representa a atividade de download de um recurso.
Ler	Representa a atividade de leitura de um recurso. Tal atividade está associada a recursos digitais que permitem a apenas a leitura, sendo uma atividade bastante comum em sistemas de <i>e-books</i> .
Buscar	Representa a atividade de recuperação de recursos.
Imprimir	Representa a atividade de impressão de um recurso. Tal atividade está associada a recursos digitais, sendo uma atividade bastante comum em sistemas de <i>e-books</i> que não permitem <i>download</i> do conteúdo.
Comprar	Representa a atividade de compra de um recurso. Alguns sistemas como os de <i>e-books</i> e bases de dados permitem a aquisição de recursos.
Marcar como favorito	Representa a atividade de marcar um recurso como favorito ou de interesse.
Pontuar	Representa a atividade de pontuar um recurso.
Requisitar serviço	Representa a atividade de utilização de um serviço específico.
Acessar	Representa a atividade de acesso a um ambiente físico da biblioteca.
Mudar de localização	Representa a atividade de se locomover.
Atrasar	Representa a atividade de atrasar a devolução de determinado recurso.
Renovar	Representa a atividade de renovar um empréstimo.
Catalogar	Representa a atividade de catalogar um recurso.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 3 apresenta um exemplo de trilha, atribuindo foco ao cliente do *U-Library* com a identificação 33, porém mesclando com registros de trilha de outras entidades objetivando ilustrar uma ordem cronológica dos acontecimentos. O primeiro registro da trilha mostra que o cliente realizou uma busca por recursos que possuem o elemento *title* (ver Seção 4.2, Figura 18) contendo o termo *jsp*. Especificamente este primeiro contexto identifica que o cliente encontrava-se em casa, realizou a atividade às 21 horas e 31 minutos do dia 09/04/2013 a partir do Assistente Pessoal do *U-Library*, sendo que a requisição foi processada em 15 segundos. Em seguida o cliente realizou o acesso ao recurso de identificação 827 e foi redirecionado ao sistema de *e-books* da biblioteca, no qual permaneceu 15 minutos e 39 segundos fazendo a leitura do mesmo. O próximo registro de trilha identifica que o cliente deslocou-se para o trabalho. A partir de sua nova localização e utilizando o Assistente Pessoal, o cliente realizou uma busca por recursos contendo o termo *ajax* no elemento *title*, acessou o recurso 2938 e realizou uma reserva que foi registrada no ILS da biblioteca. Em seguida, o bibliotecário portador da identificação 57, realizou a confirmação da reserva do cliente 33 para o recurso 2938. Mais tarde, no mesmo dia, o cliente desloca-se até a biblioteca e o bibliotecário de identificação 29 registra o empréstimo do recurso 2938 para o cliente.

Tabela 3: Exemplo de trilha.

Sistema	Atividade	Localização	Tempo	Duração	Entidade		
					Cliente	Bibliotecário	Recurso
U-Library	Busca	Casa	09/04/2013 20:31:03	00:00:15	33		title.jsp
U-Library	Acesso	Casa	09/04/2013 20:35:23	00:00:02	33		Id=827
E-books	Leitura	Casa	09/04/2013 20:35:55	00:15:39	33		Id=827
E-books	-	Trabalho	10/04/2013 07:32:41	-	33		
U-Library	Busca	Trabalho	10/04/2013 09:03:02	00:00:05	33		title:ajax
U-Library	Acesso	Trabalho	10/04/2013 09:03:56	00:00:02	33		Id=2938
ILS	Reserva	Trabalho	10/04/2013 09:04:12	00:00:04	33		Id=2938
ILS	Confirma Reserva	Biblioteca	10/04/2013 09:24:28	00:00:01	33	57	Id=2938
U-Library	-	Biblioteca	10/04/2013 11:02:45	-	33		
ILS	Empréstimo	Biblioteca	10/04/2013 11:05:17	00:00:02	33	29	Id=2938

Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de gravação de registros de trilha pode ser consequência de variadas atividades envolvendo clientes, bibliotecários e recursos. Tais atividades geram uma notificação ao módulo de trilhas, que trata as informações recebidas e persiste-as na base de dados.

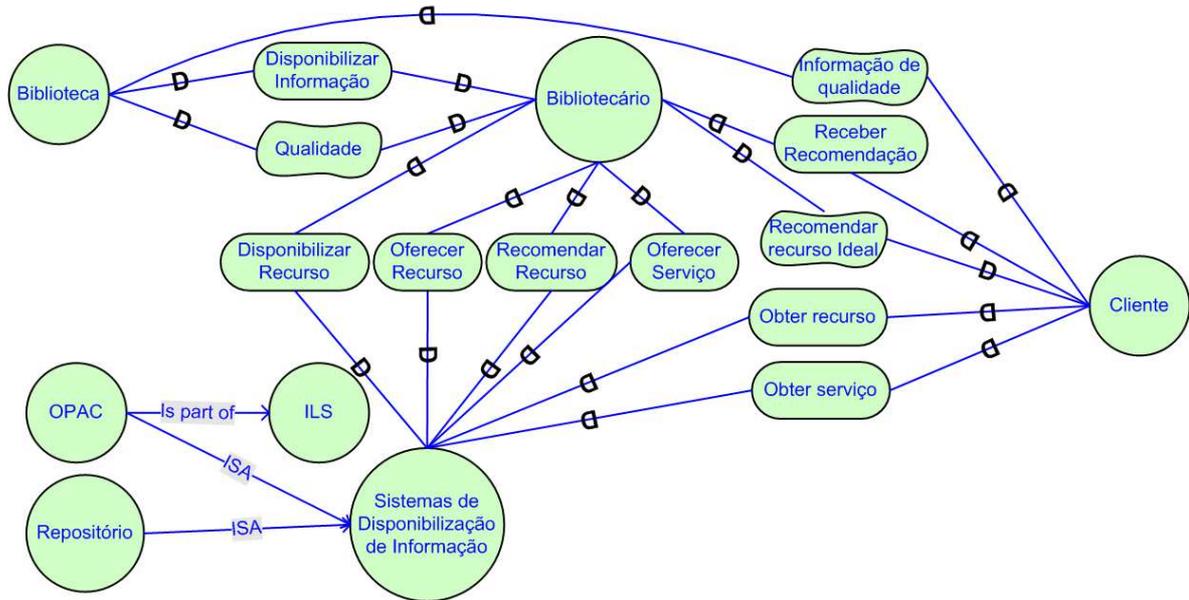
4.4 Modelagem dos agentes

A modelagem dos agentes de software do *U-Library* foi efetuada utilizando o *framework i**, Tropos e uma extensão da linguagem UML para modelagem de agentes.

A Figura 21 apresenta o Modelo de Dependência Estratégica do *U-Library*, permitindo observar o modelo em nível das relações intencionais de dependências entre agentes. No modelo destacam-se os atores "biblioteca", "bibliotecário", "cliente" e "sistemas de disponibilização de informação". Os atores "repositório" e "OPAC" fazem uso de relações de associação para determinar que são sistemas de disponibilização de informação. O "OPAC" faz uso de uma segunda relação de associação com o ator "ILS", para determinar que é parte integrante do mesmo. O ator "sistemas de disponibilização de informação" representa os sistemas que suportam os serviços de gerenciamento e disponibilização de informação de uma biblioteca. O ator "biblioteca" representa a organização como um todo.

Os atores "bibliotecário" e "cliente" possuem diversas dependências associadas ao ator "sistemas de disponibilização de informação". Podem-se destacar no modelo as metas do "cliente": "obter recurso", "obter serviço" e "receber recomendação". Tais metas possuem uma relação de dependência com os atores "bibliotecários" e "sistemas de disponibilização de informação". O "cliente" possui também a meta flexível "informação de qualidade", em relação ao ator "biblioteca". Uma meta é uma condição que o ator deseja alcançar, sendo que a condição para determinar seu sucesso é conhecida; já uma meta flexível, diferentemente, não possui critério que determina quando o sucesso é alcançado, estando sujeita a interpretação.

Figura 21: Modelo de Dependência Estratégica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 22 apresenta o Modelo de Razão Estratégica do *U-Library*. Neste modelo pode-se observar a inserção e detalhamento do agente de software *U-Library*, sendo que o mesmo encontra-se subdividindo em quatro subagentes (assistente pessoal, agente de recomendação, agente de perfis e agente de interoperabilidade). O modelo apresenta a especificação de tarefas que cada agente necessita realizar para atingir as metas de suas relações de dependência.

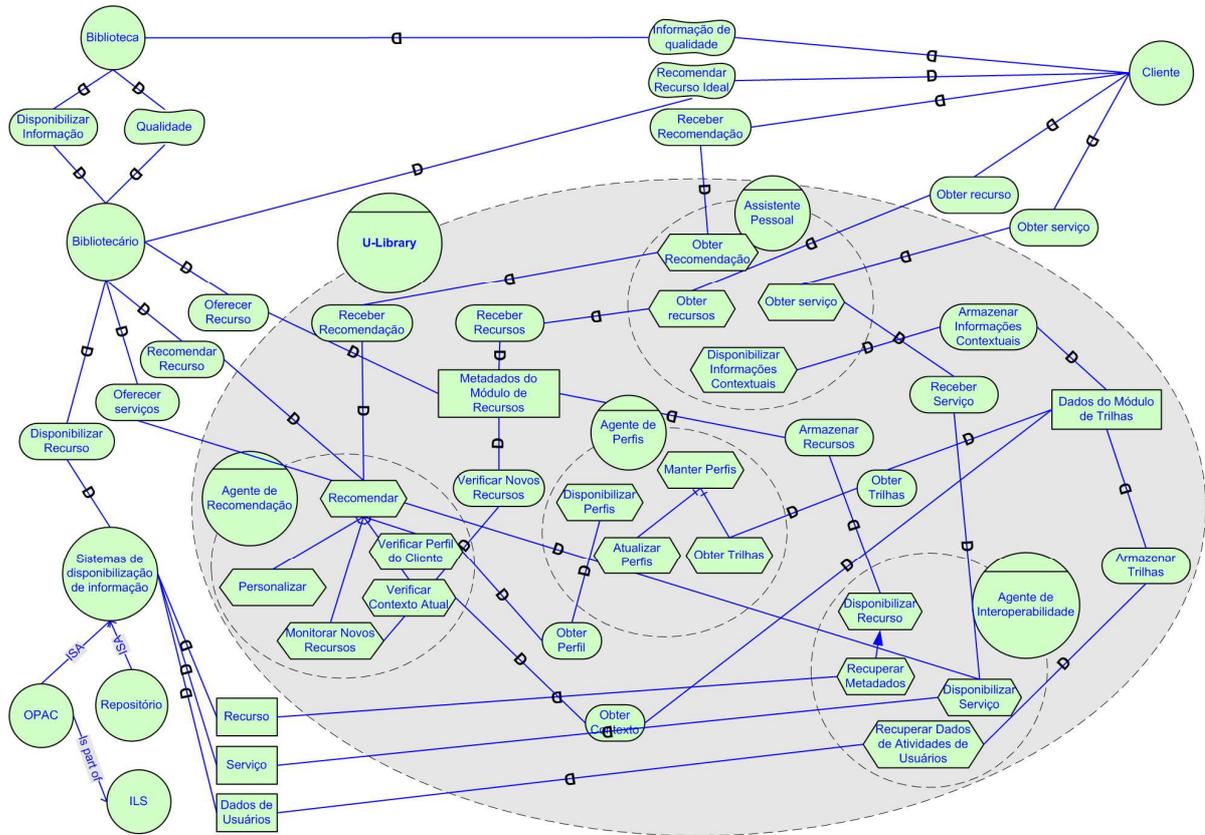
No modelo (Figura 22), o agente de recomendação possui a tarefa "recomendar", ligada a três relações de decomposição ("monitorar novos recursos", "verificar contexto atual" e "verificar perfil do cliente"), indicando que estas três tarefas compõem a tarefa principal, de modo que as mesmas devem ser executadas para alcançar o sucesso na execução da tarefa principal.

O agente de perfis possui as tarefas "disponibilizar perfis" e "manter perfis", sendo esta última tarefa ligada a duas relações de decomposição ("atualizar perfis" e "obter trilhas"), indicando que estas duas tarefas compõem a tarefa principal, devendo ser executadas para alcançar o sucesso na execução da tarefa principal.

O agente de interoperabilidade possui a tarefa "disponibilizar recurso", que é executada a partir da tarefa "recuperar metadados" que possui uma ligação meio-fim. Esta tarefa atende a meta "armazenar recursos", persistindo os recursos na base de dados do módulo de recursos. As tarefas "recuperar metadados", "disponibilizar serviço" e "recuperar dados de atividades de usuários" possuem relações de dependência com os "recursos", "serviços" e "dados de atividades de usuários" disponíveis no ator sistemas de disponibilização de informação.

O agente Assistente pessoal possui as tarefas "obter recomendação", "obter recursos", "obter serviços" e "disponibilizar informações contextuais", as quais possuem relação de dependência com o agente de recomendação, módulo de recursos, agente de interoperabilidade e módulo de trilhas, respectivamente.

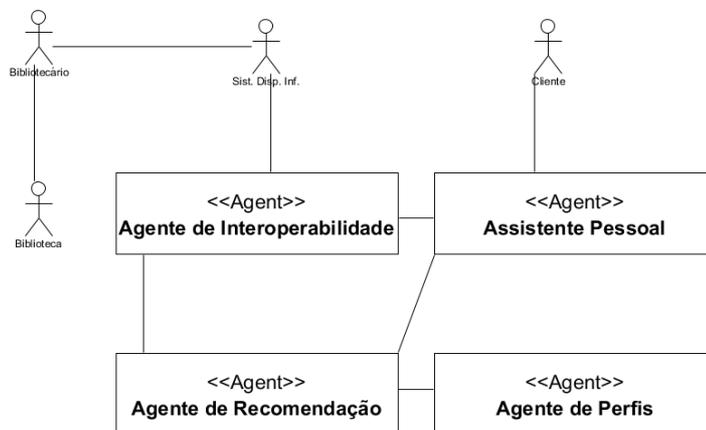
Figura 22: Modelo de Razão Estratégica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 23 é apresentado o diagrama de comunicação dos agentes do *U-Library*. Este diagrama tem o objetivo de permitir uma visão macro da interação que ocorre entre os agentes do modelo. A partir deste diagrama pode-se observar que o agente de recomendação, agente de interoperabilidade e assistente pessoal participam de um processo de comunicação que compreende a interação de todos para todos. Já o agente de perfis realiza comunicação apenas com o agente de recomendação.

Figura 23: Diagrama de comunicação.



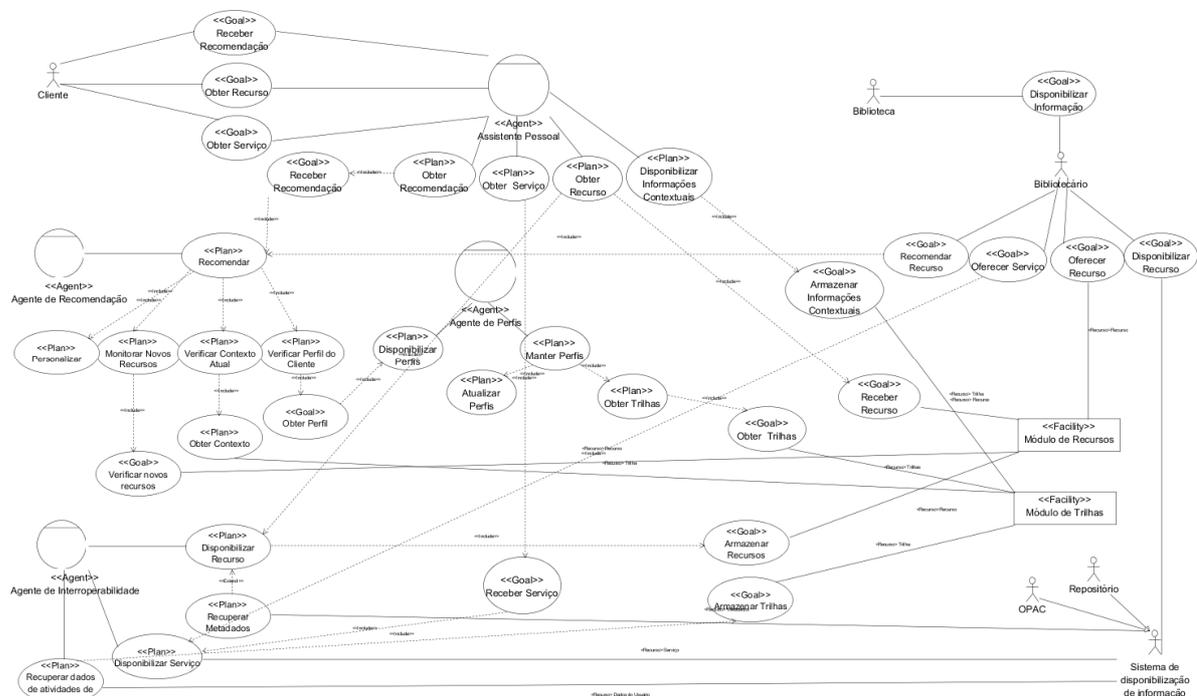
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 24 apresenta o diagrama de casos de uso do *U-Library* representado a partir da utilização de um metamodelo da UML para a modelagem de agentes. O diagrama apresenta os casos de usos representados como metas. Tais metas, são atendidas através da execução de um plano, que está sob responsabilidade de um agente. Esse plano, por sua vez, pode ser decomposto em outros planos, obrigatórios e/ou opcionais para atingir o objetivo.

A sintaxe do metamodelo utilizado na representação usa estereótipos para diferenciar as metas, planos, agentes e recursos, através da notação `<<tipo>>`, de modo a atribuir maior semântica ao diagrama. Neste diagrama pode-se observar que os casos de uso possuem relações de inclusão e extensão, que correspondem às ligações de decomposição e de meio-fim presentes no *framework i**, respectivamente. O estereótipo `<<facility>>` é utilizado para representar módulos que possuem puramente a função de armazenar e disponibilizar dados aos agentes. Os casos de uso geralmente compõem e estão localizados abaixo de um caso de uso maior, que representa uma tarefa ou plano, sendo este plano de responsabilidade de determinado agente.

Como exemplo, pode-se citar o plano "obter recomendação" do assistente pessoal. Este plano inclui a meta "receber recomendação", que por sua vez inclui o plano "recomendar", o qual está sob responsabilidade do agente de recomendação. Este plano inclui os planos "personalizar", "monitorar novos recursos", "verificar contexto atual" e "verificar perfil do usuário", que por sua vez, possuem outras ligações de inclusão, extensão ou recursos.

Figura 24: Diagrama de casos de uso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Assistente pessoal

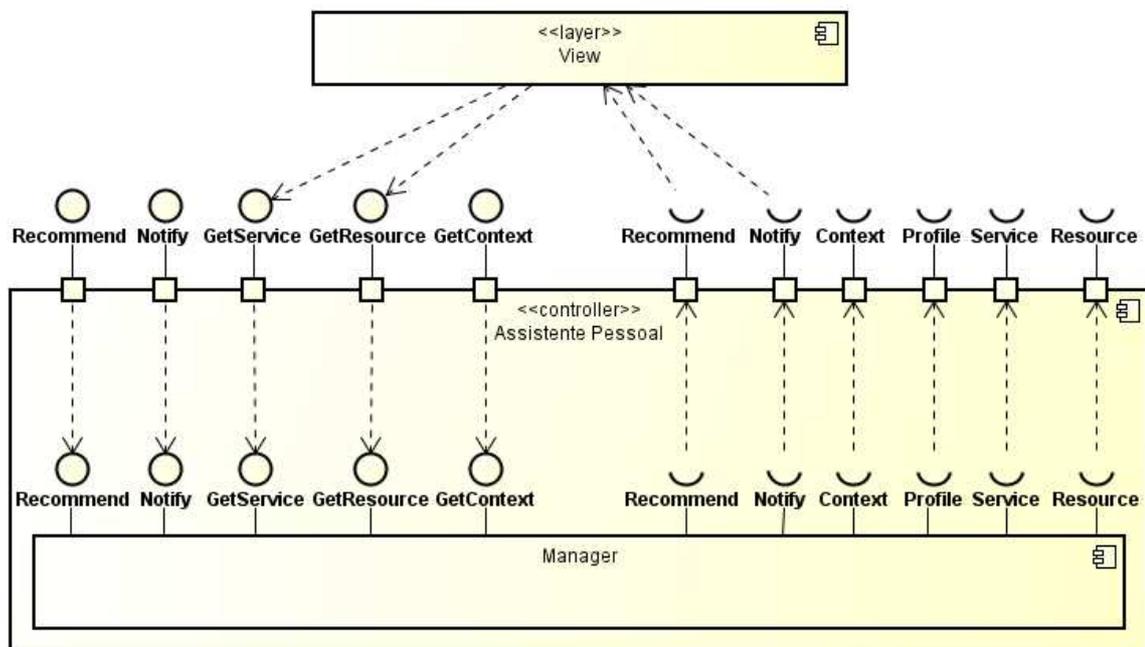
O assistente pessoal consiste em um agente que é responsável pela comunicação do dispositivo do usuário com os demais agentes e módulos do sistema. O assistente pessoal possui dois componentes principais, que são uma aplicação que deve estar instalada no dispositivo móvel do usuário e uma interface *web*.

A aplicação é responsável por gerenciar o uso de recursos de *hardware* do dispositivo, como por exemplo: *Global Positioning System* (GPS), leitor de RFID e leitor de código de barras. A comunicação desta aplicação com os demais módulos do *U-Library* ocorrem através de requisições a serviços *web*. A interface *web* permite a disponibilização dos recursos e serviços do *U-Library* aos usuários.

O assistente pessoal identifica alterações contextuais, captura e disponibiliza-as ao módulo de trilhas, assim como entrega recursos, serviços e informações provenientes dos demais agentes e módulos ao usuário.

A arquitetura do assistente pessoal é apresentada na Figura 25. O assistente pessoal é composto por um gerenciador (*manager*) que é responsável por resolver as solicitações provenientes da camada de visão, assim como entregar recursos e serviços a mesma. Este agente depende de interfaces dos módulos de trilhas, perfis e recursos, assim como interage com o agente de recomendação e agente de interoperabilidade.

Figura 25: Arquitetura do assistente pessoal.

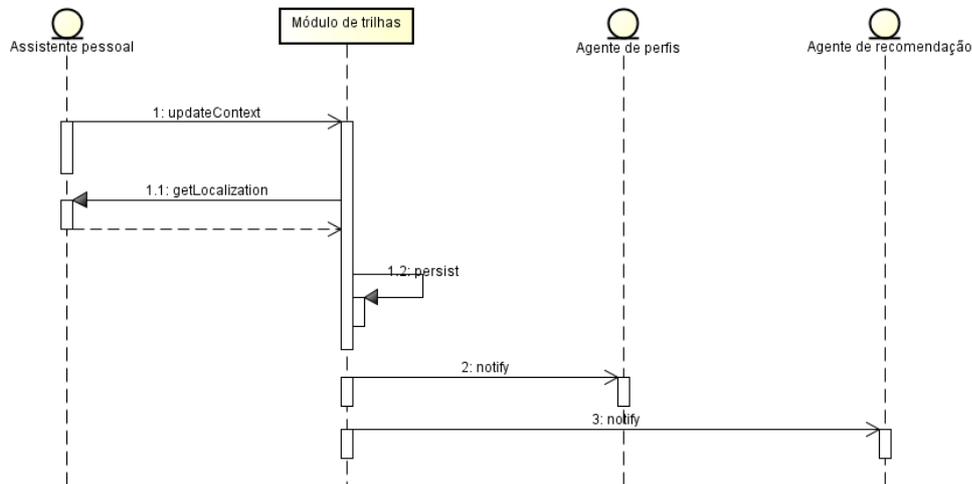


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 26 apresenta o diagrama de sequência do processo em que o assistente pessoal informa alterações contextuais (1. *updateContext*) ao módulo de trilhas. O módulo de trilhas solicita a localização atual do dispositivo ao assistente pessoal (1.1. *getLocalization*) e realiza o processamento e inserção (1.2. *persist*) dos dados da trilha no banco de dados. Em

comunicações assíncronas, o módulo de trilhas notifica a existência de novas informações contextuais (2. *notify* e 3. *notify*) ao agente de perfis e ao agente de recomendação.

Figura 26: Diagrama de sequência do processo de registro de alteração de contexto.

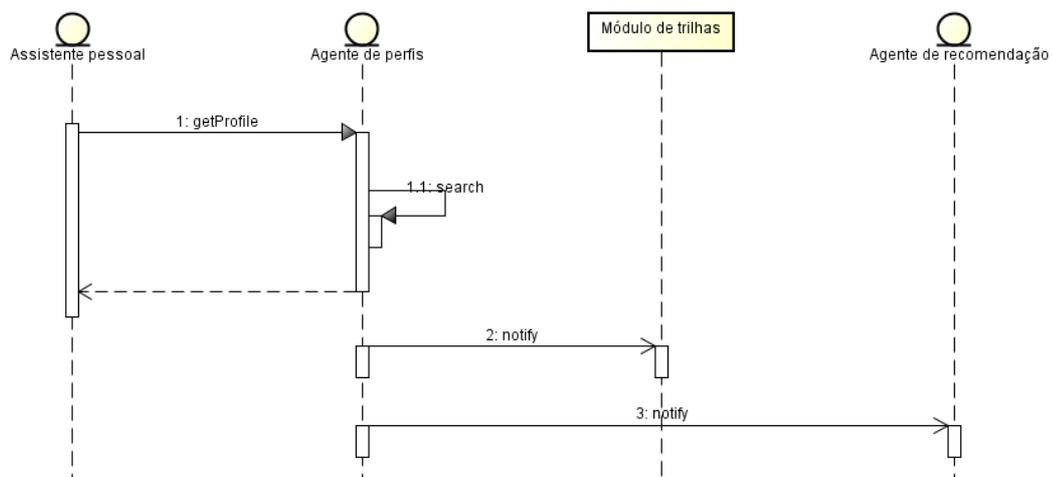


Fonte: Elaborado pelo autor.

Várias atividades podem ser realizadas pelo intermédio do assistente pessoal e representadas por meio de um diagrama de sequência, como a consulta a perfis de entidades, consulta e recuperação de recursos e solicitação de recomendações.

A Figura 27 apresenta o diagrama de sequência do processo de consulta de perfil de uma entidade. Neste processo, o assistente pessoal solicita o perfil de uma entidade ao agente de perfis (1. *getProfile*), que processa a requisição (1.1. *search*) e retorna os dados solicitados, ao passo que assincronamente informa a atividade realizada ao módulo de trilhas e ao agente de recomendação (2. *notify* e 3. *notify*).

Figura 27: Diagrama de sequência do processo de consulta de perfil.

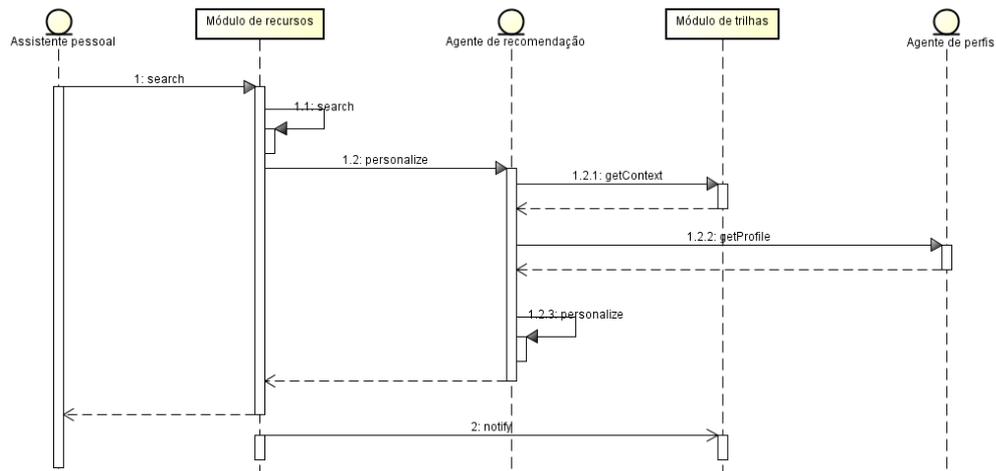


Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama de sequência de processo de pesquisa de recursos é apresentado no Figura 28. O usuário dispara o processo de busca através do assistente pessoal (1. *search*). O módulo de recursos recebe e processa a requisição (1.1. *search*), sendo que em seguida solicita a

personalização dos resultados ao agente de interoperabilidade (1.2. *personalize*). Este solicita o contexto atual ao módulo de trilhas (1.2.1. *getContext*) e o perfil do cliente ao agente de perfis (1.2.2. *getProfile*), processa os recursos com base nas informações obtidas (1.2.3. *personalize*) e retorna os dados ao módulo de recursos que entrega as informações ao assistente pessoal. Assincronamente o módulo de recursos informa (2. *notify*) ao módulo de trilhas sobre processo realizado.

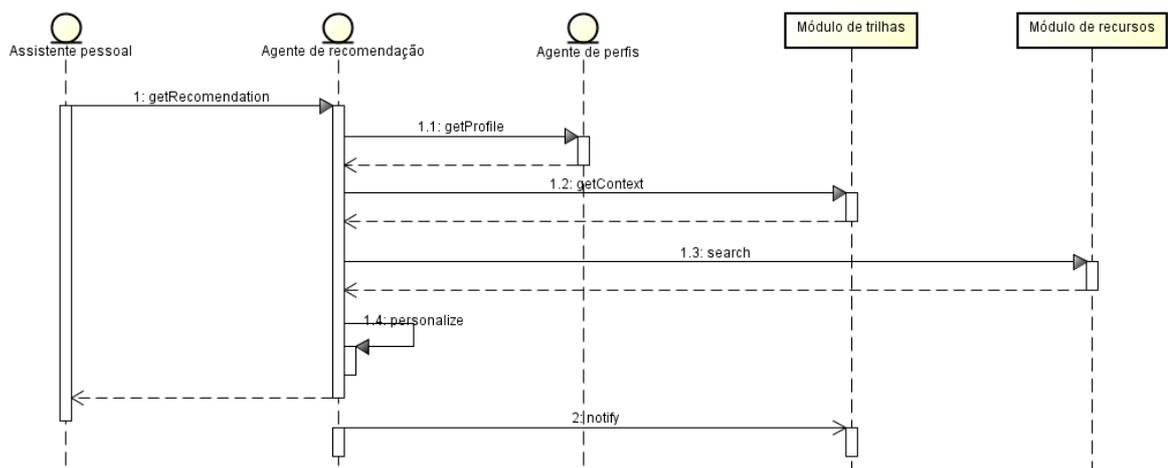
Figura 28: Diagrama de sequência do processo de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além de recebem recomendações, usuários podem solicitá-las diretamente. O diagrama de sequência da Figura 29 ilustra o processo de solicitação de uma recomendação. O assistente pessoal encaminha ao agente de recomendação um pedido de recomendação de recursos (1. *getRecomendation*). O agente de recomendação solicita o perfil do cliente (1.1. *getProfile*) e o contexto atual (1.2. *getContext*) aos módulos de perfis e trilhas, respectivamente. A partir das informações obtidas, o agente de recomendação solicita recursos (1.3. *search*) ao módulo de recursos, personaliza (1.4. *personalize*) e entrega ao assistente pessoal. Assincronamente o agente informa o evento (2. *notify*) ao módulo de trilhas.

Figura 29: Diagrama de sequência do processo de solicitação de recomendação.



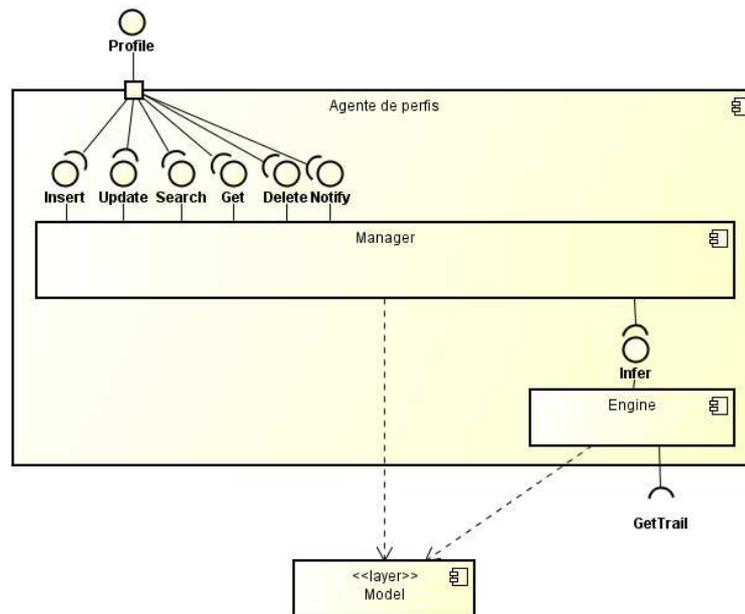
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Agente de perfis

O agente de perfis mantém o perfil das entidades atualizado, de acordo com as informações de contexto e inferências realizadas sobre as trilhas. Este agente define as preferências de usuário e bibliotecários em relação à disponibilização de serviços e recursos.

A arquitetura do agente de perfis é apresentada na Figura 30. Internamente o agente de perfis é formado por um gerenciador (*manager*) e um motor de inferência (*engine*). O gerenciador é responsável por resolver solicitações feitas por clientes, resultando em operações de inserção, alteração, seleção ou deleção de perfis presentes no banco de dados. Os componentes gerenciador e motor de inferência possuem dependência em relação à camada de modelo, no que tange estas operações de banco de dados. O motor de inferência é responsável por inferir dados dos perfis das entidades a partir de suas trilhas, fazendo uso de uma interface com o módulo de trilhas.

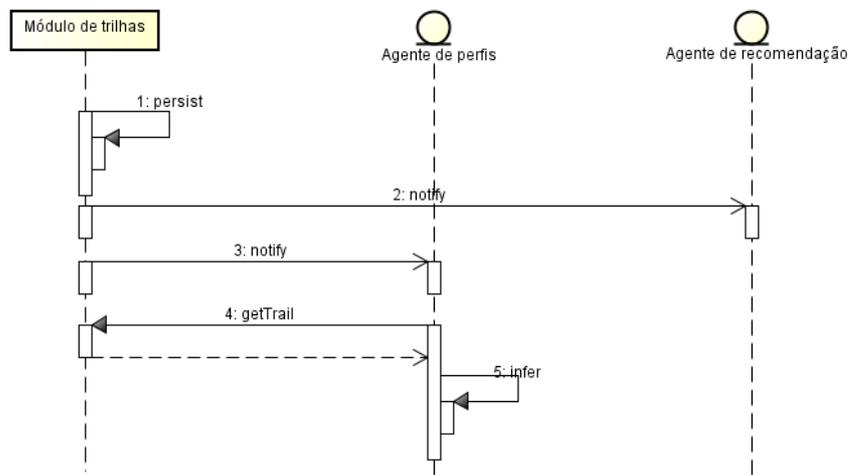
Figura 30: Arquitetura do agente de perfis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 31 apresenta o diagrama de sequência do processo de atualização de perfil das entidades. O diagrama omite as etapas anteriores a persistir registro de trilha (1. *persist*), visto que tal ação pode ser disparada por variadas atividades, como disponibilização de novas informações contextuais por parte do assistente pessoal, atividades de pesquisa e obtenção de recursos e informações dos sistemas externos. Ao persistir um novo registro de trilha, o módulo de trilhas notifica o evento ao agente de recomendação e ao agente de perfis (2. *notify* e 3. *notify*). O agente de perfis solicita os registros de trilha necessários ao módulo de trilhas (4. *getTrail*) e executa o processo de atualização dos perfis (5. *infer*).

Figura 31: Diagrama de sequência do processo de atualização de perfil.

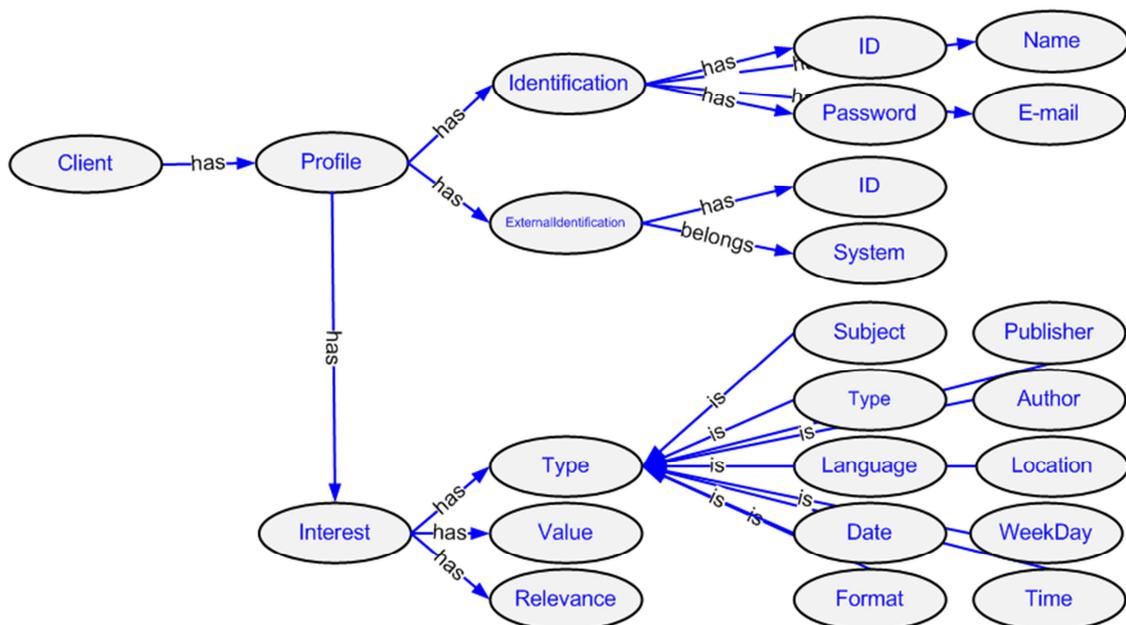


Fonte: Elaborado pelo autor.

Visando padronizar as informações, assim como possibilitar a interoperabilidade com outros sistemas, foram definidas ontologias para perfis de cliente, bibliotecário e recursos. Tais ontologias foram especificadas a partir do alinhamento dos objetivos do presente trabalho com três bibliotecários da UNIVATES, através de reuniões formais. Para definição de tais ontologias foram identificadas as informações básicas necessárias a cada entidade, assim como os possíveis atributos de interesse que poderiam ser relevantes e inferidos a partir das informações contidas nos históricos de contextos e metadados de recursos.

A Figura 32 apresenta a ontologia de perfil do cliente, que é denominada de *ulClientProfileOntology*. Esta ontologia especifica que um perfil de cliente possui informações de identificação (*Identification*), identificações externas (*ExternalIdentification*) e interesses (*Interest*).

Figura 32: Ontologia de perfil do cliente (*ulClientProfileOntology*).



Fonte: Elaborado pelo autor.

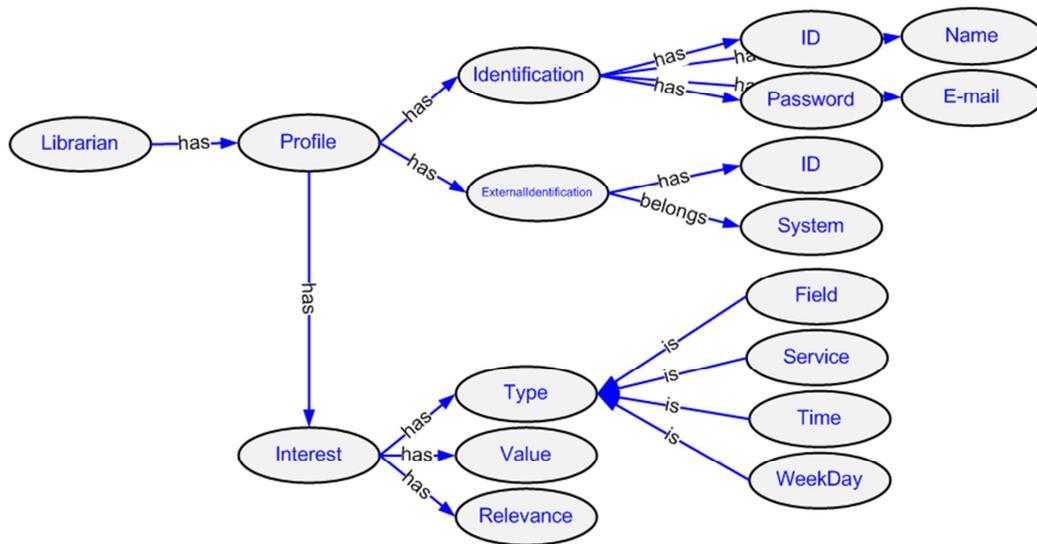
A seguir encontra-se uma descrição das classes da ontologia *ulClientProfileOntology*:

- **Identification** (Identificação): esta classe representa informações de identificação básicas do perfil:
 - **ID** (Identificação): representa a identificação única do perfil perante o ambiente ubíquo;
 - **Password** (Senha): representa a senha do perfil;
 - **Name** (Nome): representa o nome do cliente a que pertence perfil;
 - **E-mail**: representa o endereço de e-mail do cliente a que pertence o perfil;
- **External Identification** (Identificação externa): representa uma ou mais identificações do cliente em relação aos sistemas de disponibilização de informação. Isto permite que o cliente possua identificações diferentes para cada sistema da biblioteca sem que haja impacto no seu reconhecimento pela biblioteca ubíqua:
 - **ID** (Identificação): representa a identificação única do perfil perante determinado sistema externo;
 - **System** (Sistema): define o sistema a qual a identificação pertence;
- **Interest** (Interesse): representa informações referentes a interesses do usuário, identificados a partir da análise de sua trilha:
 - **Type** (Tipo): representa a categorização dos interesses:
 - **Subject** (Assunto): identifica o assunto do recurso de interesse do usuário;
 - **Type** (Tipo): identifica a natureza intelectual dos recursos de interesse do usuário;
 - **Language** (Língua): identifica a língua dos recursos de interesse do usuário;
 - **Date** (Data): identifica a data de publicação dos recursos de interesse do usuário;
 - **Format** (Formato): identifica o formato físico dos recursos de interesse do usuário;
 - **Publisher** (Editor): identifica o editor dos recursos de interesse do usuário;
 - **Author** (Autor): identifica o autor dos recursos de interesse do usuário;
 - **Location** (Localização): identifica a localização relacionado a maior atividade do usuário;
 - **WeekDay** (Dia da semana): identifica o dia da semana relacionado a maior atividade do usuário;
 - **Time** (Tempo): identifica o horário relacionado a maior atividade do usuário;

- **Value** (Valor): representa o valor que pode ser assumido por um interesse de usuário;
- **Relevance** (Relevância): identifica a relevância de cada interesse do usuário.

A Figura 33 apresenta a ontologia de perfil do bibliotecário, que é denominada de *ulLibrarianProfileOntology*. Esta ontologia especifica que um perfil de bibliotecário possui informações de identificação (*Identification*), identificações externas (*ExternalIdentification*) e interesses (*Interest*).

Figura 33: Ontologia de perfil do bibliotecário (*ulLibrarianProfileOntology*).



Fonte: Elaborado pelo autor.

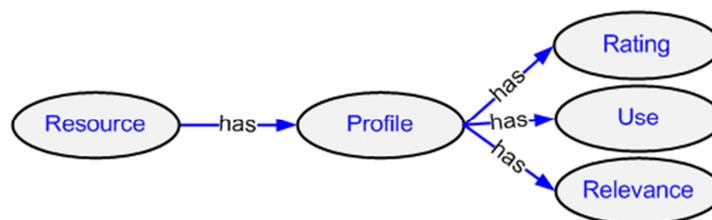
A seguir encontra-se uma descrição das classes da ontologia *ulLibrarianProfileOntology*:

- **Identification** (Identificação): esta classe representa informações de identificação básicas do perfil:
 - **ID** (Identificação): representa a identificação única do perfil perante o ambiente ubíquo;
 - **Password** (Senha): representa a senha do perfil;
 - **Name** (Nome): representa nome do bibliotecário a que pertence o perfil;
 - **E-mail**: representa o endereço de e-mail do bibliotecário a que pertence o perfil;
- **External Identification** (Identificação externa): representa uma ou mais identificações do bibliotecário em relação aos sistemas externos. Isto permite que o cliente possua identificações diferentes para cada sistema da biblioteca sem que haja impacto no seu reconhecimento pela biblioteca ubíqua:
 - **ID** (Identificação): representa a identificação única do perfil perante determinado sistema externo;
 - **System** (Sistema): define o sistema a qual a identificação pertence;

- **Interest** (Interesse): representa informações referentes a interesses do bibliotecário, identificados a partir da análise de sua trilha:
 - **Type** (Tipo): representa a categorização dos interesses:
 - **Field** (Área): identifica a área de interesse (ou campo de atuação) do bibliotecário;
 - **Service** (Serviço): identifica os serviços que são utilizados pelo bibliotecário;
 - **WeekDay** (Dia da semana): identifica o dia da semana relacionado a maior atividade do bibliotecário;
 - **Time** (Tempo): identifica o horário relacionado à maior atividade do bibliotecário;
 - **Value** (Valor): representa o valor que pode ser assumido por um interesse do bibliotecário;
 - **Relevance** (Relevância): identifica a relevância de cada interesse do bibliotecário.

A Figura 34 apresenta a ontologia de perfil do recurso, que é denominada de *ulResourceProfileOntology*. Esta ontologia não apresenta dados de identificação, pois os mesmos são contemplados pelos metadados do recurso. Esta ontologia especifica a existência do elemento perfil (*Profile*).

Figura 34: Ontologia de perfil de recurso (*ulResourceProfileOntology*).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir encontra-se uma descrição das classes presentes na ontologia *ulResourceProfileOntology*:

- **Profile** (Perfil): representa os dados de perfil do recurso:
 - **Rating** (Pontuação): identifica uma pontuação que qualifica o recurso. Esta informação é especificada pelos clientes de acordo com sua percepção de importância e utilidade do recurso;
 - **Use** (Uso): identifica o nível de utilização do recurso, de acordo com as atividades relacionadas ao mesmo, como empréstimos, reservas e *downloads*;
 - **Relevance** (Relevância): este elemento atribui um grau de relevância ao recurso, de acordo com informações de utilização, qualificação e tempo.

A definição dos interesses presentes nos perfis dos usuários é obtida a partir da análise dos dados presentes na base de trilhas do *U-Library*. A base de trilhas atende a especificação

da ontologia definida na Figura 20, de modo que se torna adequada a extração de conhecimento, pois possui forte padronização dos dados armazenados. A relevância dos dados também é considerada adequada, visto que apenas são armazenados dados que correspondam aos tipos de atividade definidos por especialistas e apresentados na Tabela 2.

A atualização do perfil dos usuários ocorre em tempo real. Qualquer atualização de dados contextuais relacionados aos usuários que são coletados pelo assistente pessoal e disponibilizadas ao módulo de trilhas ou informados pelos sistemas externos, coletadas pelo agente de interoperabilidade e disponibilizados ao módulo de trilhas, sinaliza a necessidade de atualizar o perfil do respectivo usuário. O agente de perfis aguarda um momento de inatividade do usuário e encarrega-se de aplicar heurísticas adequadas que podem resultar na atualização dos interesses de seu perfil.

Wu, Liu e Chang (2009) citam que para dar suporte a técnicas de PIR os sistemas necessitam manter perfis de usuários, de modo a entregar aos usuários informações relevantes. Uma das abordagens utilizadas trabalha com realimentação de relevância (*Relevance Feedback* - RF), que se subdivide em realimentação explícita - técnica na qual usuários atribuem explicitamente pontuação aos recursos de informação e realimentação implícita - técnica que captura o comportamento de utilização de recursos pelos usuários.

Kelly e Teevan (2003) citam que na realimentação de relevância implícita (*Implicit Relevance Feedback* - IRF) são utilizadas informações provenientes das interações dos usuários com os recursos para permitir a personalização do suporte aos usuários.

Segundo White e Kelly (2006), realimentação de relevância implícita consiste no processo pelo qual um sistema de busca reúne discretamente evidências sobre interesses do usuário através de sua interação com o sistema.

O *U-Library* armazena trilhas de usuários referentes a atividades relevantes realizadas em interações com sistemas de biblioteca e com o próprio *U-Library*, de modo que a análise destes registros de trilha para definição e manutenção de perfis de usuários, consiste na aplicação da técnica de realimentação por relevância implícita. A realimentação explícita também pode ser verificada no *U-Library* ao passo que usuários podem atribuir explicitamente pontuação aos recursos de informação.

Liu, Lai e Chen (2012) citam que o processo de recuperação de recursos realizado por um usuário pode ser modelado como um fluxo de conhecimento (*Knowledge Flow* - KF), de modo a representar a evolução de sua necessidade de informação ao longo do tempo.

Lai e Liu (2009) definem um KF a partir da perspectiva de informações necessárias para representar a evolução do conhecimento acumulado para uma tarefa específica de um usuário. O KF de um usuário é derivado de seu comportamento passado, de modo a representar as suas necessidades pessoais.

A manutenção do histórico de contextos (trilha) dos usuários e sua utilização para extração de conhecimento relevante e definição de perfis de interesse dos usuários pode ser caracterizado como a definição de perfis através do fluxo de conhecimento.

Herlocker, Konstan e Riedl (2000) citam que uma técnica comumente utilizada para definição de perfis de usuários é a indexação de frequência de termos (*Term Frequency* - TF). Nesta abordagem, as informações dos recursos são descritas por vetores formados por termos e relacionados à frequência que o respectivo termo ocorre.

Liu e Turtle (2013) propõe um modelo para identificar interesses dos usuários em tempo real (*Real-Time Interest Model* - RIM). A técnica RIM busca identificar a dinâmica das

mudanças de interesses dos usuários a partir de suas buscas. A modelagem em tempo real de interesse do usuário permite que o sistema use o contexto temporal em que a consulta é enviada para melhorar a representação da necessidade de informação do usuário.

O dinamismo do fluxo de conhecimento dos usuários pressupõe que ao longo do tempo interesses surjam, aumentem ou diminuam de intensidade. Desta forma, o cálculo da relevância dos interesses dos usuários realiza-se através do cálculo da frequência de termos associado inversamente ao tempo decorrido do registro da trilha, de modo a atribuir menor relevância a eventos mais antigos.

Durante a modelagem do processo de extração de conhecimento da base de trilhas, atividade esta necessária à definição e manutenção de perfis de usuários, observou-se a necessidade de definir níveis de relevância para cada tipo de atividade e tipo do interesse, visto que alguns pressupõem maior nível de confiança do que outros. Por exemplo, intuitivamente pode-se dizer que a atividade de retirada de um recurso possui maior relevância que uma atividade de reserva, visto que a mesma pode nem mesmo ser retirada pelo cliente.

A mesma necessidade foi observada em relação à atribuição de relevância de interesses relacionados a metadados de recursos, de modo a possuir maior relevância a ocorrência de um termo em um metadado de autor do que de um termo em metadado de editora.

Com vistas a validar tal proposição, em uma reunião formal com três bibliotecários da UNIVATES, foram consensados graus de relevância a cada tipo de atividade e de interesse, resultando nos dados apresentados na Tabela 4 e Tabela 5.

As atividades relacionadas a registros de trilha foram previamente definidas na Tabela 2. Por sua vez, os metadados de recursos foram definidos levando em consideração o padrão de metadados Dublin Core não qualificado, visto que o mesmo consiste em uma ontologia geral para descrição de recursos. Desta forma, a utilização de um padrão de metadados diferente do Dublin Core resultaria na necessidade do mapeamento do conjunto de metadados para metadados equivalentes.

Tabela 4: Ponderação de atividades de trilha.

Atividade	Ponderação [0, 1]
Retirar	0,9
Devolver	0
Reservar	0,6
Visualizar	0,4
Baixar	0,8
Ler	0,9
Buscar	0,3
Imprimir	0,8
Comprar	1
Marcar como favorito	0,7
Renovar	0,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5: Ponderação de metadados de recursos.

Metadado	Ponderação [0, 1]
Título	0,6
Autor	0,8
Assunto	1
Descrição	0,5
Editor	0,2
Contribuidor	0,7
Data	0,6
Tipo	0,7
Formato	0,7
Idioma	0,7

Fonte: Elaborado pelo autor.

O perfil de interesse dos usuários é definido e atualizado pelo agente de perfis, que aplica a técnica de frequência de termos para determinar a relevância de cada termo identificado. O cálculo da relevância de cada termo de interesse do perfil dos usuários ocorre a partir de uma lista de valores obtido da base de trilhas, associado ao tempo decorrido de sua ocorrência.

O algoritmo utilizado para criação e atualização de perfis de usuários é descrito de acordo com os passos que seguem:

1. É recuperada a trilha de determinado usuário;
2. São recuperados os metadados de recursos associados a cada registro da trilha;
3. É formada uma lista de termos, com respectiva quantidade de ocorrências. A lista contém metadados de recursos e dados de contexto, como localização, tempo e atividade;
4. É atribuída relevância a cada termo de acordo com o tempo decorrido da ocorrência do registro de trilha correspondente. A relevância vai de 0 para o registro mais antigo, até 1 para registros do dia atual;
5. É atribuída relevância a cada termo de acordo com a atividade associada ao registro da trilha (Tabela 4);

É atribuída relevância a cada termo de acordo com o campo de metadado associado (

6. Tabela 5);
7. São descartados termos que não atingirem relevância superior a 0,25 (por *default*);
8. Os termos restantes formam o perfil do usuário.

Como resultado, a relevância atribuída a cada termo será o somatório da frequência de ocorrência do termo na trilha do usuário. Para isso, cada ocorrência de determinado termo tem seu valor ajustado de acordo com o tempo decorrido de sua ocorrência, atividade associada e campo de metadado. Apenas termos que atingirem uma relevância maior que 0,25 (por *default*) são incluídos no perfil do usuário.

A Tabela 6 apresenta um exemplo real de perfil de interesse de usuário obtido a partir da análise de sua trilha. Este perfil pertence a um cliente da Biblioteca da Univates, sendo gerado a partir de 3.850 registros de trilha de um período correspondente a 6 anos e 8 meses de utilização dos serviços da biblioteca.

Conforme as ontologias de perfil (Figura 32 e Figura 33), a coluna tipo representa a classe *type* da ontologia, a coluna valor representa a classe *value* e a coluna relevância corresponde à classe *relevance*. A coluna termos relacionados apenas é exibida para facilitar a compreensão dos valores.

Tabela 6: Exemplo de perfil de cliente.

Tipo	Valor	Relevância	Termos Relacionados
Assunto	FISIOTERAP	66,67%	Fisioterapia
Assunto	MEDICIN	66,26%	Medicine, medicines, medicina, medicinas
Hora	13	66,67%	13h
Hora	22	51,05%	22h
Hora	17	34,90%	17h
Hora	18	29,32%	18h
Hora	19	25,74%	19h
Dia da Semana	Monday	66,67%	Segunda-feira
Dia da Semana	Tuesday	31,38%	Terça-feira
Formato	IMPRESSO	66,67%	Impresso
Idioma	POR	66,67%	Português
Localização	geo:-51.9564347;-29.4439231	66,67%	-
Localização	geo:-52.2064261;-29.1724878	45,85%	-
Tipo	LIVRO	66,67%	Livro
Ano	2003	66,67%	2003
Ano	2004	64,95%	2004
Ano	2002	60,74%	2002
Ano	2000	58,35%	2000
Ano	2005	55,61%	2005
Ano	2001	51,15%	2001
Ano	1998	26,82%	1998
Ano	1997	25,15%	1997
Editora	MANOLE	66,67%	Manole
Editora	GUANABARA KOOGAN	33,73%	Guanabara Kogan

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.7 Agente de recomendação

O agente de recomendação é especializado em oferecer recomendações ubíquas, sendo que a entrega das mesmas está relacionada à análise do contexto atual dos clientes, de modo a identificar o momento e local apropriados para realizar uma recomendação.

Liu, Lai e Chen (2012) citam que devido ao rápido desenvolvimento das tecnologias da informação ocorrida nos últimos anos, hoje é relativamente fácil acessar recursos de informação. No entanto, o grande volume de recursos disponíveis em vários domínios de conhecimento muitas vezes leva a sobrecarga de informação. Assim, há uma necessidade de métodos de recomendação de recursos de informação que suportam os clientes na execução de suas tarefas.

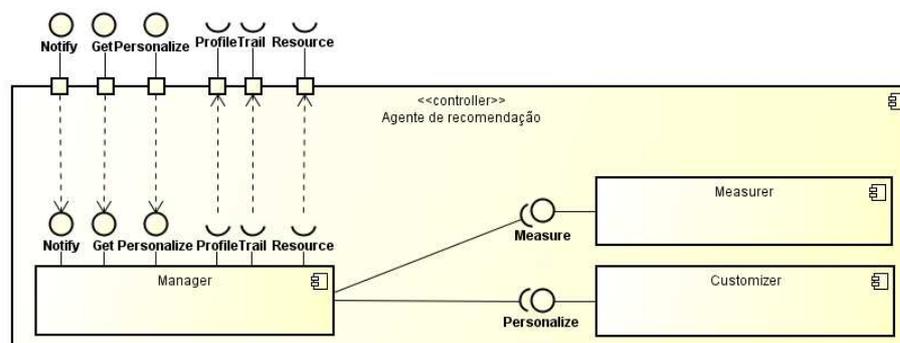
Segundo Liu, Lai e Chen (2012), a recomendação pode atenuar o problema da sobrecarga de informação e ajudar os clientes a recuperar o conhecimento com base em seus interesses. Métodos de recomendação de recursos podem proativamente apoiar os clientes no desempenho de suas tarefas.

De acordo com Cazella, Nuner e Reategui (2010), sistemas de recomendação têm por objetivo auxiliar na recuperação de recursos relevantes aos clientes a partir de seu perfil pessoal ou perfil de grupo.

Hahn (2011) cita que a recomendação é um componente fundamental para busca de informações, sendo que tradicionalmente bibliotecários de referência recomendam itens com base nas necessidades dos clientes. Desta forma, o agente de recomendação monitora o cliente através de sua trilha, novos recursos obtidos pelo agente de interoperabilidade e alterações contextuais, com vistas a oportunizar recomendação de recursos adequados aos interesses presentes no perfil do cliente.

A arquitetura do agente de recomendação é apresentada na Figura 35. Internamente o agente de recomendação possui um gerenciador (*manager*), um avaliador (*measurer*) e um personalizador (*customizer*). O gerenciador é responsável por resolver solicitações de recomendação e realizar a personalização de resultados de buscas, assim como receber notificações dos demais módulos e agentes do sistema. Ele também é responsável pela recuperação de perfis, contextos e recursos. O avaliador recebe solicitações para avaliação de oportunidades de recomendação, de modo a realizar a análise de dados contextuais, perfis de clientes e recursos. O personalizador realiza o processo de priorização de recursos de acordo com o perfil e contexto dos clientes.

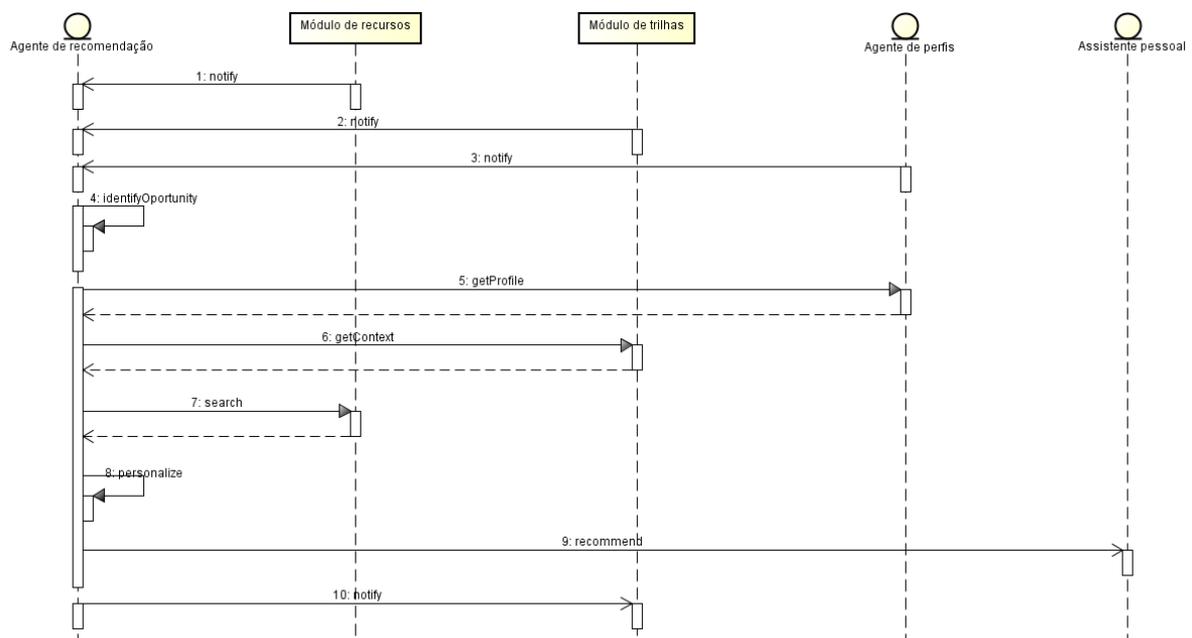
Figura 35: Arquitetura do agente de recomendação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 36 apresenta o diagrama de sequência do processo de recomendação. Neste processo o agente de recomendação recebe notificações assíncronas (1. *notify*, 2. *notify* e 3. *notify*) de atualizações ocorridas nos dados do módulo de recursos, trilhas e perfis. Através do monitoramento de tais notificações, o agente de recomendação avalia a oportunidade de oferecer recomendações (4. *identifyOpportunity*) aos clientes. O agente de recomendação solicita o perfil de clientes (5. *getProfile*) e seus contextos (6. *getContext*) aos módulos de perfis e trilhas, respectivamente. A partir das informações obtidas, o agente de recomendação solicita recursos (7. *search*) ao módulo de recursos, personaliza-os (8. *personalize*) e os entrega ao assistente pessoal (9. *recommend*). Assincronamente, o agente de recomendação informa a atividade de recomendação (10. *notify*) ao módulo de trilhas.

Figura 36: Diagrama de sequência do processo de recomendação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Cazella, Nuner e Reategui (2010), do ponto de vista metodológico, existem basicamente três tipos de abordagens utilizadas para sistemas de recomendação: filtragem baseada em conteúdo (FBC), que parte do princípio de que os usuários tendem a interessar-se por recursos similares aos que demonstraram interesse no passado; filtragem colaborativa (FC), na qual o usuário receberá recomendações de recursos preferidos por outras pessoas com gostos similares; e filtragem híbrida (FH), que consiste na utilização conjunta das duas abordagens.

De acordo com Salton e McGill (1983), a filtragem baseada em conteúdo é mais indicada para a recomendação de itens textuais, visto que os recursos são geralmente descritos através de palavras-chave.

Visando oferecer recomendação de recursos aos clientes, o modelo *U-Library* empregada duas abordagens de recomendação: filtragem baseada em conteúdo e filtragem colaborativa. A filtragem baseada em conteúdo consiste em uma implementação do *U-Library*, que permite fornecer recomendações com base na similaridade encontrada entre determinado recurso e o perfil de determinado cliente, considerando que o perfil do cliente é formado por metadados de recursos que possuem maior relevância para o cliente. A segunda

abordagem empregada foi implementada com o apoio do recurso de análise de similaridade de registros de trilha do *framework SIMilar Context's Path* (SIMCOP), resultando na implementação de uma técnica de filtragem colaborativa. São utilizadas também heurísticas para avaliar aspectos contextuais, de modo a oferecer uma experiência ubíqua aos usuários.

A proveniência dos metadados de recursos de sistemas distintos trás consigo um problema relacionado a padronização dos dados, visto que cada um dos sistemas adota ou pode adotar padrões distintos para a catalogação de seus recursos. Tal fato traz dificuldades ao processo de definição de perfis de usuários, assim como para recomendação, devido a utilização de sinônimos e variação de palavras. A resolução de tal problemática estaria na adoção, por todos os sistemas, de um mesmo vocabulário controlado ou thesaurus. Outra alternativa seria a construção e utilização de uma ontologia que possibilitasse identificar o nível de ligação de cada termo.

Diante da impossibilidade de utilizar tais metodologias como solução a curto prazo, sendo ainda que sua aplicação depende de acordos técnicos complexos abrangendo os sistemas em questão, propõe-se a aplicação de técnicas de pré-processamento de texto como a remoção de *stopwords*, análise léxica e redução de termos a radicais comuns. Segundo Cowie e Lehnert (1996), o pré-processamento de textos possibilita a extração de informações úteis a partir de conteúdos textuais.

A remoção de *stopwords* visa eliminar dos textos termos como artigos, preposições, conjunções e pronomes, por não serem considerados relevantes semanticamente. A análise léxica busca a normalização dos textos a partir da transformação das letras em minúsculas ou maiúsculas, remoção de pontuação, acentos e sinais. Por sua vez, a redução de termos a radicais comuns permite a eliminação de variações morfológicas de palavras do texto, reduzindo-as a sua forma primitiva. Tal técnica é conhecida por *stemming* e atende a características específicas de cada idioma, sendo o algoritmo de Porter (PORTER, 1997) proposto para o idioma inglês, existindo ainda versões para outros idiomas.

Na abordagem de filtragem baseada em conteúdo, o agente de recomendação leva em consideração as informações de interesse contidas no perfil do cliente. Os interesses do cliente são formados por informações relacionadas a metadados de recursos (tipo, assunto, autor, dentre outros), assim como informações contextuais, como localização, dia da semana e tempo, conforme definido na Seção 4.6.

A partir do contexto atual e do perfil do cliente o agente se encarrega de verificar se o cliente encontra-se distante da biblioteca, priorizando, por exemplo, a recomendação de recursos digitais, ou próximo, resultando em recomendações que dão maior prioridade a recursos no formato físico. Informações como a localização, dia e horário, permitem que o agente de recomendação possa recomendar recursos adequados ao usuário, proporcionando maior aceitação das recomendações.

Novas recomendações são geradas a partir de identificação de alterações no perfil dos clientes ou da disponibilização de novos recursos.

O algoritmo utilizado para entrega de recomendações baseada em filtragem de conteúdo e disparado pelo evento de atualização do perfil do cliente, é descrito conforme segue:

1. É recuperado o perfil do cliente;
2. São identificados os recursos que possuem metadados compatíveis com os metadados presentes no perfil do cliente;

3. É atribuída uma pontuação a cada metadado do recurso de acordo com a relevância de cada metadado presente no perfil do cliente;
4. É atribuída uma pontuação ao recurso através do somatório da pontuação de cada metadado;
5. São descartados recursos que obtiverem pontuação inferior a 0,25 (por *default*);
6. São descartados recursos já utilizados pelo cliente;
7. É obtido o contexto atual do cliente;
8. A recomendação é entregue caso seja identificado que a localização, dia da semana e horário atual estão presentes no perfil do cliente, caso contrário a recomendação é registrada para posterior avaliação.

O algoritmo utilizado para entrega de recomendações baseada em filtragem de conteúdo e disparado pelo evento de disponibilização de um novo recurso, é descrito conforme segue:

1. São recuperados os metadados do recurso;
2. São identificados os perfis de clientes que possuem os metadados compatíveis com os metadados presentes no recurso;
3. É atribuída uma pontuação a cada metadado do recurso de acordo com a relevância de cada metadado presente no perfil do cliente;
4. É atribuída uma pontuação ao recurso através do somatório da pontuação de cada metadado;
5. São descartados os clientes que obtiverem pontuação inferior a 0,25 (por *default*) para o recurso;
6. São descartados clientes que já utilizaram o recurso;
7. É obtido o contexto atual de cada cliente;
9. A recomendação é entregue caso seja identificado que a localização, dia da semana e horário atual estão presentes no perfil de cada cliente, caso contrário a recomendação é registrada para posterior avaliação.

A abordagem de recomendação por filtragem colaborativa emprega o *framework* SIMCOP. O *framework* SIMCOP oferece uma arquitetura extensível e configurável para o desenvolvimento de aplicações que necessitam analisar a similaridade entre sequências de contextos de duas entidades (WIEDEMANN; BARBOSA; RIGO, 2013).

Desta forma, o algoritmo implementado utilizando o *framework* SIMCOP percorre as entidades (clientes), comparando-as aos pares e buscando identificar sua similaridade. O valor da similaridade é obtido através da sequência de contextos de cada cliente, sendo que foram considerados apenas os contextos relacionados a empréstimos, leituras e *downloads* de recursos.

Utilizou-se a classe *ECDefault* do *framework* SIMCOP para a análise de similaridade. Esta classe realiza a comparação de cada contexto da entidade 1 com a entidade 2, adicionando ou não o par de contextos ao resultado final do cálculo. O resultado final consiste na divisão dos contextos similares encontrados, pela quantidade total de contextos. Os

metadados dos recursos foram armazenados como atributos *situations* dentro de cada contexto.

O algoritmo utilizado para entrega de recomendações baseada em filtragem colaborativa é descrito conforme segue:

1. É recuperada a trilha de dois clientes distintos;
2. O SIMCOP realiza o cálculo de similaridade entre os clientes a partir dos registros das trilhas;
3. O SIMCOP calcula a similaridade para pares de recursos presentes na trilha dos clientes;
4. São descartados recursos com similaridade inferior a 0,4 (por *default*);
5. São descartados pares de clientes com similaridade inferior a 0,2 (por *default*);
6. São descartados recursos que já estiverem presentes na trilha do respectivo cliente;
7. É obtido o perfil dos clientes;
8. São descartados os recursos que não possuem pelo menos um metadado de assunto (*dc.subject*) presente no perfil do respectivo cliente;
9. É obtido o contexto atual do cliente;
10. A recomendação é entregue caso seja identificado que a localização, dia da semana e horário atual estão presentes no perfil do cliente, caso contrário a recomendação é registrada para posterior avaliação.

Além de fornecer recomendações, o agente de recomendação age na personalização de resultados de buscas realizadas pelos usuários, de modo a ranquear os resultados recuperados pelo módulo de recursos de acordo com o perfil dos usuários.

O processo de personalização dos resultados de buscas permite que cada usuário possa obter os resultados que de acordo com seu perfil, seriam de maior relevância. Desta forma, distintos usuários obtêm os resultados de uma busca organizados de modo a priorizar recursos com maior similaridade ao seu perfil.

O algoritmo utilizado para personalização dos resultados das pesquisas é descrito conforme segue:

1. São recuperados os recursos que atendem ao termo pesquisado pelo usuário;
2. É recuperado o perfil do usuário;
3. É atribuída uma pontuação a cada metadado do recurso de acordo com a relevância de cada metadado presente no perfil do usuário;
4. É atribuída uma pontuação a cada recurso através do somatório da pontuação de cada metadado;
5. Os recursos são ordenados, de forma descendente, de acordo com a pontuação alcançada;
6. O resultado da busca é entregue.

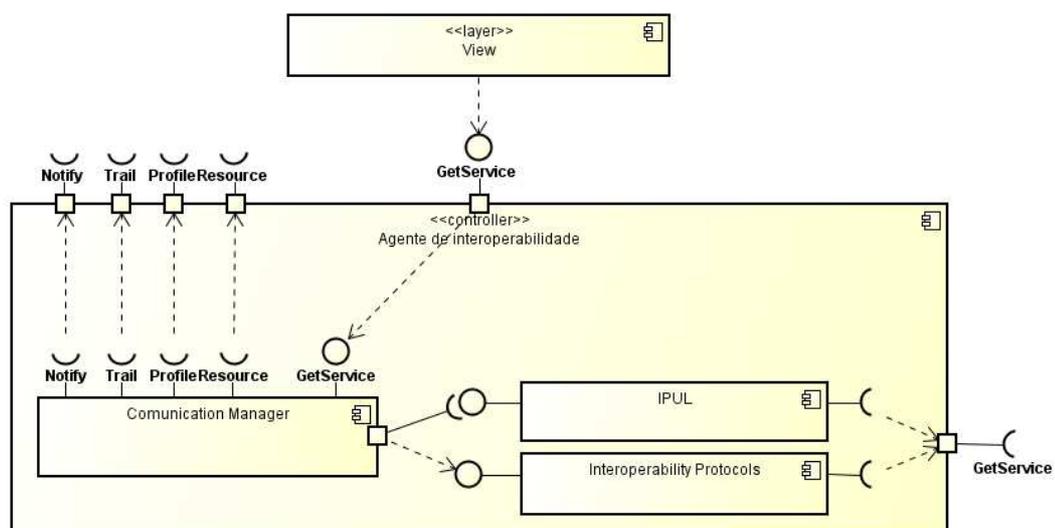
4.8 Agente de interoperabilidade

O agente de interoperabilidade suporta interoperabilidade do *U-Library* com demais sistemas que fazem parte de um ambiente cotidiano de bibliotecas, como ILSs, repositórios digitais, bases de dados, dentre outros. O agente de interoperabilidade identifica, valida, obtém serviços e efetua a recuperação e a sincronização dos metadados dos sistemas de disponibilização de informação.

Com vistas a padronizar a comunicação entre o agente de interoperabilidade e os sistemas externos, no que tange a disponibilização de suporte ubíquo a bibliotecas, propõe-se o protocolo *Interoperability Protocol for Ubiquitous Libraries* (IPUL), que é descrito na Seção 4.9. O IPUL distingue dois tipos de atores presentes no processo de comunicação, assim como define comandos, parâmetros e serviços mínimos a serem suportados pelo protocolo.

A arquitetura do agente de interoperabilidade é apresentada na Figura 37. Internamente o agente de interoperabilidade possui um gerenciador de comunicação (*communication manager*), o protocolo de interoperabilidade IPUL e protocolos de interoperabilidade de metadados (*interoperability protocols*). O gerenciador de comunicação é responsável por resolver solicitações de serviços provenientes de sistemas externos através de sua interface disponível na camada de visão, assim como solicitações provenientes de outros agentes e módulos do *U-Library*. Ele também realiza interação com os módulos de trilhas, módulo de recursos e agente de perfis no que tange operações de inserção, atualização e busca de informações. O protocolo IPUL consiste no componente que suporta a interação entre o *U-Library* e os sistemas externos, permitindo a troca de informações e disponibilização de serviços. O componente protocolos de interoperabilidade assume uma posição genérica, visto que representa protocolos de interoperabilidade de metadados do âmbito de bibliotecas.

Figura 37: Arquitetura do agente de interoperabilidade.



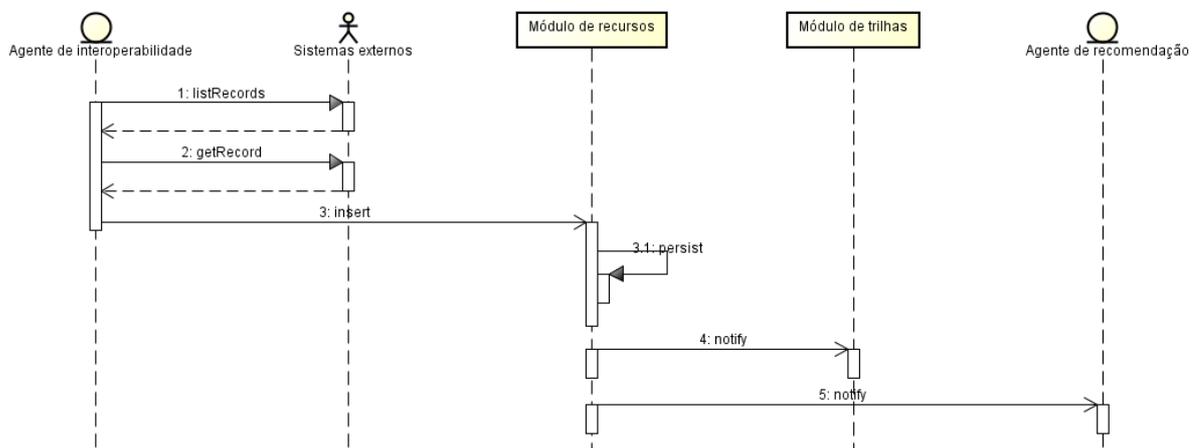
Fonte: Elaborado pelo autor.

O agente de interoperabilidade obtém metadados de recursos disponibilizados pelos sistemas externos e os entrega ao módulo de recursos, de onde são disponibilizados para

recuperação e recomendação. O processo de recuperação de metadados dos sistemas de disponibilização de informação ocorre através da utilização de protocolos de interoperabilidade de metadados.

A Figura 38 apresenta o diagrama de sequência do processo de sincronização de metadados considerando as chamadas do protocolo de interoperabilidade OAI-PMH, visto que o OAI-PMH é apenas um dos protocolos suportados e que as chamadas podem variar de um protocolo para outro. O agente de interoperabilidade comunica com os sistemas externos para verificar a disponibilidade de novos recursos ou atualizações de recursos (1. *listRecords*), solicita os metadados dos recursos (2. *getRecord*) e solicita a gravação dos dados (3. *insert*) ao módulo de recursos, que processa os dados e persiste no banco de dados (3.1. *persist*). Assincronamente, o módulo de recursos informa a inclusão ou atualização de recursos (4. *notify* e 5. *notify*) ao módulo de trilhas e ao agente de recomendação.

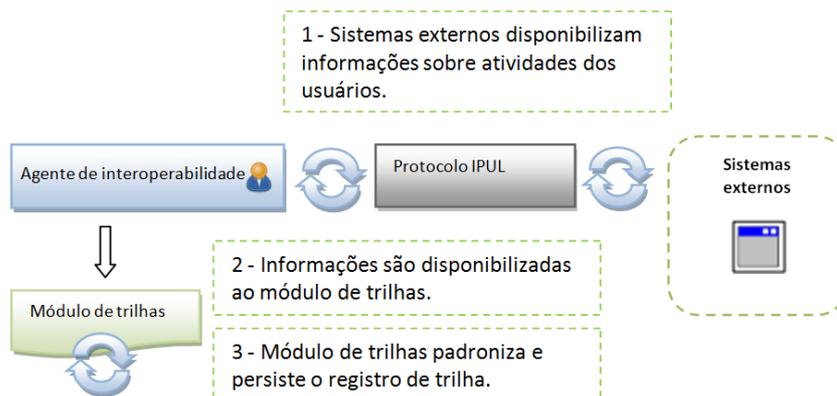
Figura 38: Diagrama de sequência do processo de sincronização de metadados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O agente de interoperabilidade recupera também dados relativos a operações realizadas pelos usuários nos sistemas externos, como empréstimos, reservas, renovações, *downloads* e visualizações (Figura 39). Tais informações são obtidas pelo agente de interoperabilidade através do protocolo IPUL e disponibilizados ao módulo de trilhas para tratamento e gravação no banco de dados.

Figura 39: Recuperação de registros de trilha dos sistemas externos.

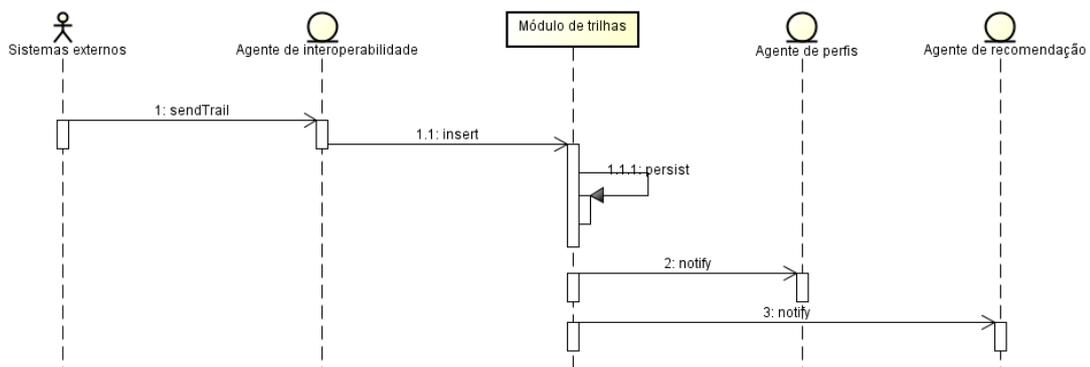


Fonte: Elaborado pelo autor.

A coleta dos registros de atividades dos usuários na utilização de sistemas externos permite a manutenção do perfil dos usuários, mesmo quando ele não dispõe ou faz uso de um dispositivo móvel. Isto permite também que os bibliotecários tenham um quadro completo da utilização dos serviços e recursos da biblioteca.

A Figura 40 apresenta o diagrama de sequência do processo de obtenção de registros de trilha dos sistemas externos. De acordo com as atividades dos usuários, os sistemas externos informam o agente de interoperabilidade sobre novos registros de trilha (1. *sendTrail*). O agente de interoperabilidade encaminha estas informações ao módulo de trilhas (1.1. *insert*), que valida e realiza a gravação dos dados na base (1.1.1. *persist*). Assincronamente, o módulo de trilhas informa a inclusão da trilha (2. *notify* e 3. *notify*) ao agente de perfis e ao agente de recomendação.

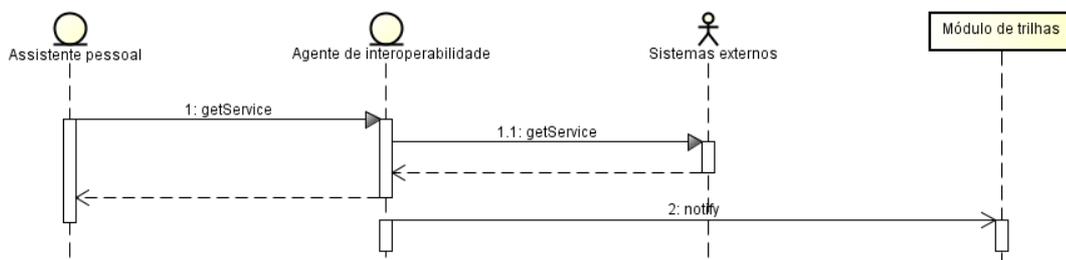
Figura 40: Diagrama de sequência da recuperação de registros de trilha dos sistemas externos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outras informações podem ser obtidas dos sistemas externos, como históricos de empréstimos, reservas e multas. Tais informações são disponibilizadas pelos sistemas externos através de serviços configurados no protocolo IPUL. A Figura 41 apresenta um exemplo de solicitação de um histórico (1. *getService*) através do assistente pessoal. O agente de interoperabilidade recebe a solicitação através do protocolo IPUL (1.1. *getService*) e obtém os dados desejados, retornando a resposta ao assistente pessoal. Assincronamente, o agente de interoperabilidade informa (2. *notify*) a execução do serviço ao módulo de trilhas.

Figura 41: Diagrama de sequência da solicitação de informações aos sistemas externos.



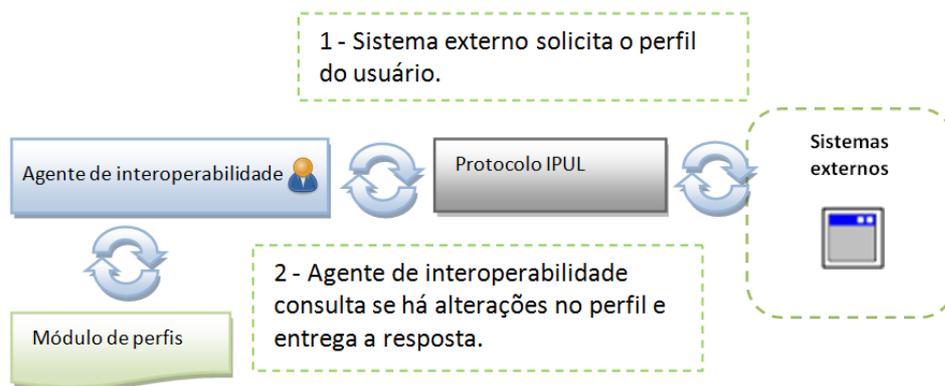
Fonte: Elaborado pelo autor.

Um desafio não tecnológico relacionado a este agente está em promover a interoperabilidade com os sistemas de disponibilização de informação de terceiros, visto que tais sistemas geralmente possuem fins comerciais e não apresentam interesse em compartilhar seus metadados e informações sobre usuários. Para contornar esta problemática e tornar o

processo viável, torna-se necessário apresentar vantagens para ambas as partes envolvidas no processo, sendo que em contrapartida aos metadados e informações sobre usuários, o agente de interoperabilidade pode fornecer a estes sistemas os interesses do perfil dos usuários. Por sua vez, o usuário ganha com a personalização em todos os sistemas que utiliza. Com vistas às questões de privacidade, tanto a coleta de informações relacionadas aos usuários, quanto à disponibilização dos perfis aos sistemas de disponibilização de informação, somente devem ocorrer perante a uma autorização explícita do usuário.

A Figura 42 ilustra o processo de disponibilização dos interesses do perfil do usuário aos sistemas externos. Determinado sistema de disponibilização de informação solicita o perfil de usuários ao agente de interoperabilidade, o qual verifica com o agente de perfis a disponibilidade dos dados solicitados. O agente de perfis verifica se ocorreu alguma alteração desde a última solicitação, assim como se está autorizado a disponibilizar cada perfil. Atendendo aos critérios, o perfil é disponibilizado ao agente de interoperabilidade, que encaminha a resposta ao sistema de disponibilização de informação. O procedimento ocorre através de trocas de mensagens entre o sistema de disponibilização de informação e o agente de interoperabilidade, ambos fazendo uso do protocolo IPUL.

Figura 42: Disponibilização do perfil do cliente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.9 Interoperability Protocol for Ubiquitous Libraries (IPUL)

Objetivando padronizar a comunicação do agente de interoperabilidade com os sistemas externos, neste trabalho propõe-se o protocolo IPUL. O IPUL consiste em um protocolo de interoperabilidade especificado para permitir a comunicação entre o *U-Library* e os sistemas externos no que tange a identificação destes sistemas, validação, identificação de oferta de serviços e interoperabilidade de metadados, a qual é suportada por protocolos específicos.

O protocolo IPUL baseia-se nas tecnologias XML e *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Ele possui suporte a cinco comandos que padronizam toda a comunicação entre os sistemas. O protocolo IPUL identifica dois tipos de atores que implementam diferentes funcionalidades do protocolo: o agregador, representado pelo *U-Library*, e o provedor, representado pelos sistemas externos.

A Tabela 7 apresenta a lista dos cinco comandos do protocolo IPUL, contendo sua descrição e por qual ator é suportado.

Tabela 7: Lista de comandos do protocolo IPUL.

Comando	Descrição	Tipo de Ator
<i>Identify</i>	Permite obter dados acerca do servidor. Os dados disponibilizados são: nome, tipo, <i>Uniform Resource Locator</i> (URL), versão do protocolo, e-mail, descrição, linguagem padrão e linguagens suportadas.	Agregador / Provedor
<i>ListMetadataProtocol</i>	Permite obter uma lista dos protocolos de interoperabilidade de metadados que são suportados pelo provedor de recursos, contendo as informações: protocolo e URL.	Provedor
<i>ListServices</i>	Lista os serviços disponibilizados pelo ator, disponibilizando informações referentes a identificação do serviço, nome, descrição e parâmetros. O IPUL reserva os primeiros 1000 códigos de serviço padronizando sua utilização. A partir do código 1000 os serviços podem ser customizados. Dentre os serviços padronizados encontram-se a recuperação do perfil de um usuário, consulta a disponibilidade de recursos e obtenção de dados de identificação de usuários.	Agregador / Provedor
<i>GetService</i>	Permite a obtenção de um serviço disponibilizado por um servidor.	Agregador / Provedor
<i>Notification</i>	Permite que os provedores de dado realizem o envio de notificações ao agregador. Existem dois tipos de notificações (notificações de sistema e de usuário). O primeiro tipo permite que o provedor de recursos informe a disponibilidade de novos dados de histórico de determinado usuário ao agregador. O segundo tipo permite que os provedores de dados efetuem o envio de notificações ao assistente pessoal dos usuários. Os usuários possuem autonomia para definir se desejam receber notificações de acordo com o sistema de origem. Notificações de atraso de materiais, disponibilidade de reservas e indisponibilidade de serviços, podem ser citadas como exemplos de notificações de usuário.	Agregador

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 43 apresenta um exemplo de resposta a uma requisição do comando *Identify* do protocolo IPUL a um provedor. O resultado foi obtido a partir da requisição a URL <http://host/bdu/IPUL?command=Identify>. Em resposta o *U-Library* obtém um XML contendo os principais dados do provedor de recursos.

Figura 43: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando *Identify*.

```
<IPUL>
  <Identify>
    <repositoryName>Biblioteca Digital da Univates</repositoryName>
    <repositoryType>Digital Library</repositoryType>
    <baseURL>http://www.univates.br/bdu/ipul</baseURL>
    <protocolVersion>1.0</protocolVersion>
    <adminEmail>bdu@univates.br</adminEmail>
    <description></description>
    <defaultLanguage>pt</defaultLanguage>
    <supportedLanguages>
      <language>pt</language>
      <language>en</language>
    </supportedLanguages>
  </Identify>
</IPUL>
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

O protocolo IPUL não possui nativamente um serviço que permita realizar a consulta ou sincronização de metadados de recursos, visto que existem diversos protocolos especificamente construídos para este fim. Desta forma, considerando que o suporte a esta tarefa é essencial a disponibilização de suporte ubíquo a bibliotecas, o IPUL especifica o comando *ListMetadataProtocol* que permite obter uma listagem dos protocolos suportados pelos sistemas de disponibilização de informação. Uma solicitação utilizando o comando *ListMetadataProtocol* (<http://host/bdu/IPUL?command=ListMetadataProtocol>) resulta em um XML a exemplo do apresentado na Figura 44. A partir deste XML o *U-Library* pode identificar os protocolos a qual o provedor de recursos possui suporte.

Figura 44: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando *ListMetadataProtocol*.

```
<IPUL>
  <ListMetadataProtocol>
    <protocol>
      <protocolType>OAI-PMH</protocolType>
      <baseURL>http://www.univates.br/bdu\_oai/request</baseURL>
    </protocol>
    <protocol>
      <protocolType>SRU</protocolType>
      <baseURL>http://www.univates.br/bdu\_sru</baseURL>
    </protocol>
  </ListMetadataProtocol>
</IPUL>
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

O protocolo IPUL possui suporte ao comando *ListServices* que permite a descoberta de serviços suportados e disponibilizados por determinado servidor. Este comando tem por objetivo dar suporte a alguns serviços essenciais a disponibilização de suporte a bibliotecas ubíquas por meio do *U-Library*. Além dos serviços especificados por padrão pelo IPUL, cada servidor pode disponibilizar serviços customizados, visto que para isto basta implementar o serviço e registrar no servidor. Automaticamente, a partir de chamadas regulares aos sistemas externos, o *U-Library* pode identificar novos serviços oferecidos e notificar ao bibliotecário a necessidade de configurar seu nível de acesso, ou seja, se o mesmo será disponibilizado aos bibliotecários, clientes, ou ambos.

Na Figura 45 apresenta-se um exemplo de XML recebido em resposta ao comando *ListServices* (<http://host/bdu/IPUL?command=ListServices>) a um provedor com suporte ao protocolo IPUL. O XML obtido permite identificar o suporte a dois serviços, contendo as informações de identificação, nome, uma breve descrição e os parâmetros necessários a requisição do serviço.

Figura 45: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando *ListServices*.

```

<IPUL>
  <ListServices>
    <service>
      <serviceId>1</serviceId>
      <serviceName>Histórico de downloads</serviceName>
      <description>Lista o histórico de downloads de determinado usuário.</description>
      <parameters>
        <parameter>
          <name>userId</name>
          <required>true</required>
        </parameter>
        <parameter>
          <name>language</name>
          <required>>false</required>
        </parameter>
      </parameters>
    </service>
    <service>
      <serviceId>2</serviceId>
      <serviceName>Submissões pendentes</serviceName>
      <description>Lista as submissões de documentos a Biblioteca Digital pendentes, pertencentes a determinado usuário.</description>
      <parameters>
        <parameter>
          <name>userId</name>
          <required>true</required>
        </parameter>
        <parameter>
          <name>language</name>
          <required>>false</required>
        </parameter>
      </parameters>
    </service>
  </ListServices>
</IPUL>

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 46 apresenta um exemplo de XML em resposta a requisição *GetService* (<http://host/bdu/IPUL?command=GetService&serviceId=1&userId=333>) a um provedor com suporte ao protocolo IPUL. O XML recebido contém os dados de histórico de *download* pertencentes ao usuário de identificação igual a 333. Juntamente com os dados do histórico, o XML contém as colunas nomeadas de acordo com a linguagem selecionada, ou neste caso, como a linguagem foi omitida, os resultados são retornados de acordo com a linguagem padrão do provedor.

O protocolo especifica os tipos de dados que podem ser utilizados para troca de mensagens, de modo que sua identificação permita a adequada formatação dos dados recebidos. A Tabela 8 apresenta a lista padrão de tipos de dados suportados pelo protocolo.

Tabela 8: Lista de tipos de dados do protocolo IPUL.

Tipo de dado	Descrição
<i>Text</i>	Define que o conteúdo é do tipo textual.
<i>Date</i>	Define que o conteúdo é do tipo data. O conteúdo deve estar expresso em concordância com o padrão ISO-8601.
<i>url</i>	Define que o conteúdo representa um endereço eletrônico.
<i>url_img</i>	Define que o conteúdo representa um endereço eletrônico de uma imagem.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 46: Exemplo de XML de resposta do protocolo IPUL a uma chamada do comando *GetService*.

```

<IPUL>
  <GetService>
    <service>
      <serviceId>1</serviceId>
      <serviceName>Histórico de downloads</serviceName>
      <description>Lista o histórico de downloads de determinado usuário.</description>
    </service>
    <parameters>
      <parameter>
        <name>userId</name>
        <value>333</value>
      </parameter>
    </parameters>
    <dataHeader>
      <field>
        <name>Título</name>
        <type>text</type>
      </field>
      <field>
        <name>Autor</name>
        <type>text</type>
      </field>
      <field>
        <name>Data</name>
        <type>date</type>
      </field>
    </dataHeader>
    <data>
      <line>
        <value>Avaliação da aplicação de boas práticas no processo de otimização em enlaces sem fios ponto-a-ponto externos</value>
        <value>GERHARDT, Luís Felipe</value>
        <value>2013-05-03 20:11:39</value>
      </line>
      <line>
        <value>Automatização do processo de contenção de ameaças baseada em ferramenta de IDS/IPS (Sistema de Detecção e Prevenção de Intrusão)</value>
        <value>COSER, Ezequiel</value>
        <value>2013-03-09 13:24:59</value>
      </line>
    </data>
  </GetService>
</IPUL>

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

O protocolo IPUL define também um conjunto mínimo de parâmetros a serem suportados pelo protocolo, de modo a convencionar seu suporte básico. No entanto o protocolo é flexível ao ponto que os utilizadores possam estender suas funcionalidades, definindo novos parâmetros.

A Tabela 9 apresenta o conjunto de parâmetros pré-definidos pelo protocolo IPUL. A partir destes parâmetros é possível definir a linguagem de resposta de uma requisição, restringir por uma data inicial, ignorar um determinado número de registros ou mesmo limitar a quantidade de registros retornados pela requisição. São definidos os parâmetros *userId* e *resourceId* que identificam unicamente usuários e recursos, respectivamente.

A implementação do protocolo pode determinar a limitação do conjunto de resultados retornados a um determinado número de registros, de modo que os conjuntos de resultados que excedem este número são divididos. O parâmetro *token* possibilita identificar e solicitar a próxima parte da resposta. O parâmetro *authentication* permite fornecer segurança a troca de mensagens, de modo que apenas servidores autorizados tenham acesso a determinadas informações.

Tabela 9: Lista de parâmetros pré-definidos pelo protocolo IPUL.

Parâmetro	Descrição
<i>userId</i>	Representa a identificação de um usuário. Esta identificação sempre está relacionada ao provedor.
<i>resourceId</i>	Representa a identificação de um recurso. Esta identificação sempre está relacionada ao provedor.
<i>itemNumber</i>	Representa a identificação de um item de recurso, por exemplo, um exemplar de uma obra. Esta identificação sempre está relacionada ao provedor.
<i>language</i>	Identifica na solicitação a linguagem em que os dados devem ser retornados. As linguagens suportadas por um servidor podem ser obtidas a partir da resposta ao comando <i>Identify</i> . O código da linguagem é padronizado segundo a ISO-639-1 (<i>Codes for the representation of names of languages</i>), que define o uso de dois caracteres.
<i>token</i>	Consiste em uma chave criptografada que é retornada junto aos dados, em resposta a uma solicitação de serviço. Isto ocorre quando a resposta excede o limite de registros definido no servidor. Esta chave permite a solicitação do próximo pedaço da resposta ao servidor.
<i>initialDate</i>	Este parâmetro identifica uma data inicial para refinamento dos dados a serem recuperados por uma solicitação. A utilização e suporte a este parâmetro permite que tarefas de sincronização de dados retornem apenas novos registros ou registros alterados desde a última sincronização. Ou seja, permite uma sincronização incremental dos dados.
<i>initialRecord</i>	Permite definir o índice do registro inicial a ser exibido na resposta de uma solicitação. Em outras palavras, é possível ignorar os $n - 1$ primeiros registros de uma resposta.
<i>Limit</i>	Permite limitar a quantidade de registros retornados por uma solicitação.
<i>authentication</i>	Permite transmitir uma chave de autenticação, de modo a fornecer um mínimo de segurança as solicitações de dados, assim como permitir identificar o sistema de origem da solicitação. A chave de autenticação é gerada e fornecida para cada provedor de dados pelo agregador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O protocolo IPUL especifica um conjunto conhecido de atividades que podem ser informadas como registros de trilha pelos sistemas externos ao *U-Library*, cabendo a cada sistema externo discernir sobre sua ocorrência, informando-a de forma adequada. As atividades foram definidas por especialistas, conforme a Tabela 2, de modo a abranger as atividades mais comuns e de maior importância no que tange conhecer o usuário em bibliotecas. A Tabela 10 apresenta um mapeamento das atividades apresentadas e descritas na Tabela 2 para a nomenclatura utilizada no protocolo IPUL. O protocolo permite sua extensão a novos tipos de atividades, necessitando de acordos técnicos entre as partes envolvidas para definir sua sintaxe e semântica.

Além de sistemas destinados ao gerenciamento e disponibilização de informação, uma biblioteca pode contar com outras tecnologias como sistemas para controle de acesso e segurança. Tais sistemas também podem disponibilizar registros de trilha ao *U-Library*, se forem considerados portadores/geradores de informações relevantes, como por exemplo, identificar o acesso de determinado usuário a um ambiente específico da biblioteca.

Tabela 10: Lista de atividades do protocolo IPUL.

Atividade	Nomenclatura do protocolo IPUL
Retirar	<i>loan</i>
Devolver	<i>return</i>
Reservar	<i>reserve</i>
Visualizar	<i>view</i>
Baixar	<i>download</i>
Ler	<i>read</i>
Buscar	<i>search</i>
Imprimir	<i>print</i>
Comprar	<i>buy</i>
Marcar como favorito	<i>favorite</i>
Pontuar	<i>rating</i>
Requisitar serviço	<i>service</i>
Acessar	<i>access</i>
Mudar de localização	<i>location</i>
Atrasar	<i>fine</i>
Renovar	<i>renew</i>
Catalogar	<i>catalogue</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.10 Sistema administrativo

O sistema administrativo consiste em um sistema *web* que possibilita o gerenciamento e configuração das funcionalidades do *U-Library*. Este sistema está disponível apenas para usuários administrativos, possibilitando a busca, inserção, atualização e deleção de registros relacionados aos módulos.

O sistema administrativo possibilita visualizar seletivamente registros de trilha, perfis de usuários e metadados de recursos. Em relação à manutenção de cadastros, ele permite realizar tarefas de busca, inserção, atualização e deleção de registros relacionados aos sistemas externos, informações básicas de perfis de usuários, esquema de metadados, dentre outros.

4.11 Considerações sobre o capítulo

Ao longo deste capítulo foi apresentada e descrita a arquitetura do modelo *U-Library*. O modelo *U-Library* fornece suporte a bibliotecas ubíquas, a partir da disponibilização de recursos e serviços a clientes e bibliotecários, utilização de trilhas de usuários, perfis dinâmicos e integração entre recursos físicos e digitais disponibilizados em diferentes sistemas de bibliotecas. O próximo capítulo define os aspectos de implementação de um protótipo e as estratégias para avaliação do modelo.

A modelagem UML, modelagem de agentes e o diagrama entidade-relacionamento do *U-Library* foram criados com o suporte dos seguintes softwares: *Astah*, *Visual Paradigm for UML*, *Microsoft Office Visio 2007* e *DBDesigner*.

A etapa de implementação do protótipo fez uso da linguagem de programação Java, mais especificamente as tecnologias *Java Server Pages (JSP)*, *Servlets* e *JavaServer Pages Standard Tag Library Actions (JSTL)*, que segundo Temple et al. (c2004), oferece diversas vantagens em relação ao uso de outras abordagens, tais como:

- **Portabilidade:** a aplicação desenvolvida pode ser implantada em diversas plataformas, como por exemplo, *Windows*, *Unix* e *Macintosh*, sem que seja necessário modificar ou mesmo reconstruir a aplicação;
- **Facilidade de programação:** a programação é orientada a objetos, com gerenciamento automático de memória;
- **Flexibilidade:** o Java encontra-se bastante difundido, contando com uma enorme comunidade de desenvolvedores, ampla documentação e componentes.

Em complemento a linguagem *Java*, foram utilizadas as tecnologias *Hypertext Markup Language (HTML)*, *Cascading Style Sheets (CSS)* e *Javascript*, através da biblioteca *jQuery*.

Os agentes do protótipo foram implementados como *threads* utilizando a linguagem de programação *Java*. A implementação lógica dos agentes foi feita baseada em regras, no formato de sistemas reativos simples, que segundo Russel, Norvig e Souza (2004), consistem em agentes que selecionam suas ações com base em sua percepção atual do ambiente, ou seja, de acordo com o contexto, interesses e informações de recursos e serviços, os agentes devem deliberar ações adequadas.

A localização dos usuários é obtida no protótipo através de uma implementação suportada por *Hypertext Markup Language, version 5 (HTML5)* e especificada através da *Application Programming Interface (API)* de geolocalização do *World Wide Web Consortium (W3C)* (W3C, 2013).

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) utilizado é o *PostgreSQL*, o qual consiste em um SGBD relacional, utilizado para armazenar informações de soluções de informática em diversas áreas de negócios, bem como administrar o acesso a estas informações (MILANI, 2008).

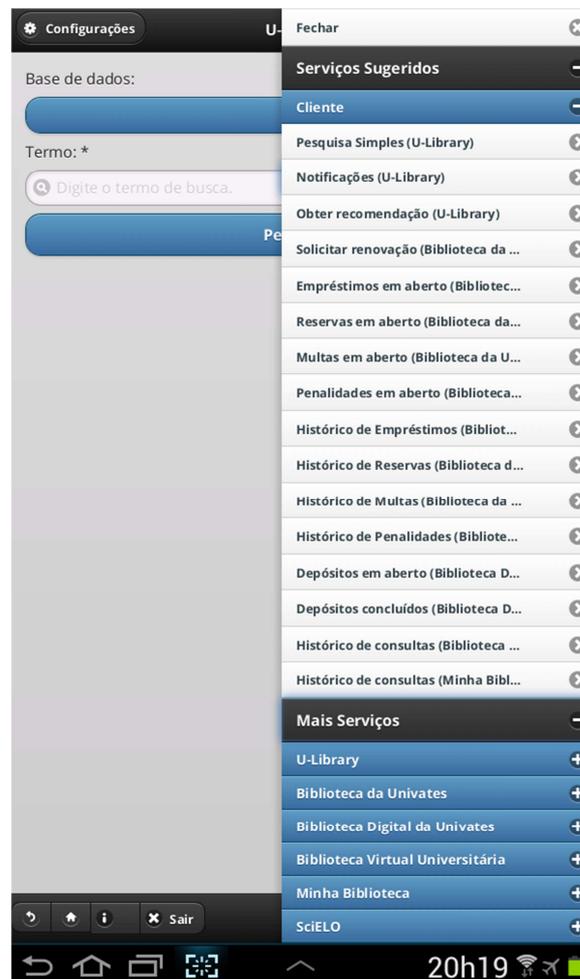
Para codificação do protótipo foi utilizada a *Integrated Development Environment (IDE)* *Netbeans*. O *Apache Tomcat* foi utilizado como servidor de aplicação.

Para implementação do sistema foi adotado o padrão arquitetônico MVC, mais especificamente o MVC *Model 2*. Segundo Gonçalves (2007), o MVC é um paradigma de desenvolvimento que propõe a separação da aplicação em três camadas distintas: modelo (*Model*), apresentação (*View*) e controlador (*Controller*). A camada *Model* representa os dados da aplicação, manipulando-os e aplicando operações, sendo representada por classes que trabalham no armazenamento e recuperação de dados. A camada *View* é responsável pela apresentação visual dos dados fornecidos pela camada *Model*. Já a camada *Controller* é responsável por intermediar o fluxo de dados entre as camadas *Model* e *View*, sendo encarregada de receber solicitações do cliente, providenciar os dados necessários e encaminhar a resposta. Outros padrões de projeto como o *Data Access Object (DAO)* e o *Factory* foram adotados visando simplificação do código-fonte, assim como proporcionar maior flexibilidade para alterações.

Dentre os diversos protocolos de interoperabilidade de metadados presentes no âmbito de bibliotecas, dos quais, alguns foram citados na Seção 2.3, o protocolo OAI-PMH foi implementado para permitir a interoperabilidade de metadados pelo agente de interoperabilidade. O protocolo OAI-PMH foi escolhido pelo fato de ser baseado em tecnologias *web*, ter sua utilização difundida em sistemas de bibliotecas e utilizar a metodologia de *harvesting*. O protocolo OAI-PMH é o suporte mínimo desejado para interoperabilidade do protótipo, no entanto, o agente de interoperabilidade pode ser dotado de outros protocolos que permitam a recuperação e sincronismo de metadados de sistemas que não possuam suporte ao protocolo OAI-PMH.

A Figura 48 apresenta uma tela do protótipo implementado, dando destaque para o *menu* de serviços ao cliente. Este *menu* encontra-se dentro de serviços sugeridos, listando os serviços que podem prontamente ser atendidos pelo *U-Library*, tanto para clientes como bibliotecários, quando for o caso. Os itens de *menu* são disponibilizados dinamicamente de acordo com as informações disponíveis no momento da utilização. Por exemplo, ao visualizar detalhes de determinado recurso, são disponibilizados itens de *menu* em serviços sugeridos que podem ser utilizados para aquele recurso. Além disso, a ordem de disponibilização dos *menus* é personalizada de acordo com a utilização feita por cada usuário. Mais serviços podem ser obtidos em submenus específicos para cada sistema da biblioteca, facilitando situar o usuário na busca por determinado serviço.

Figura 48: Tela do protótipo implementado - *menu* de serviços do cliente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

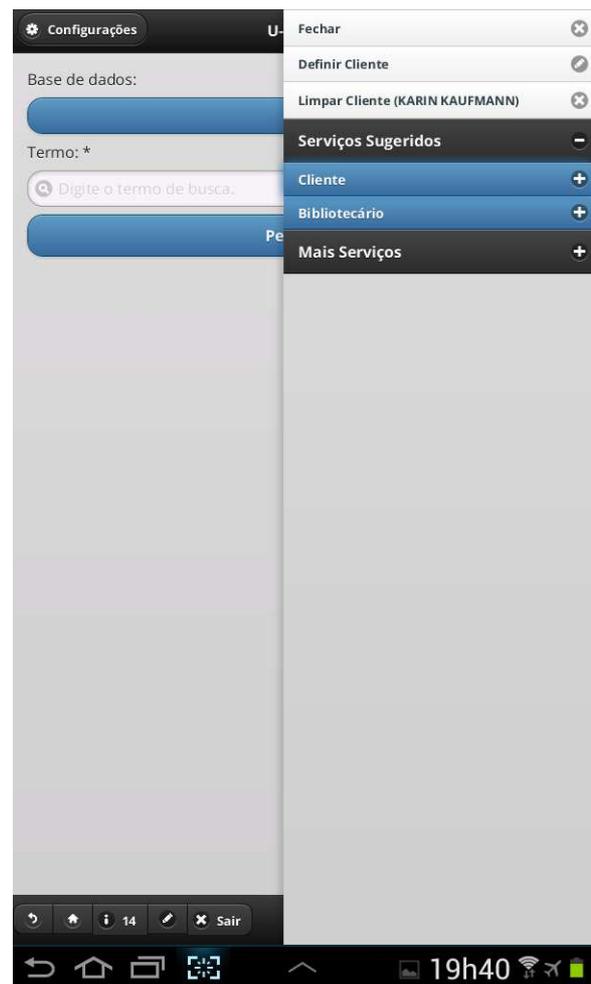
Bibliotecários podem identificar o cliente que está em atendimento (Figura 49 (a)) de modo a obter sugestões de serviço e ter acesso a informações adequadas ao atendimento. Desta forma, em serviços sugeridos, serão exibidos os *submenus* bibliotecário e cliente (Figura 49 (b)), que trazem serviços específicos ao próprio bibliotecário e ao cliente em atendimento. O bibliotecário tem acesso a serviços específicos, como consultar trilhas, atualizar perfil, consultar perfil e gerar recomendação.

Figura 49: Telas do protótipo implementado - atendimento ao cliente.

(a) Identificação de cliente



(b) *submenus* de serviços sugeridos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Bibliotecários possuem acesso ao *menu* de configurações (Figura 50 (a)) que permite efetuar o gerenciamento e execução de atividades avançadas do sistema, como a sincronização e categorização de serviços, sincronização de metadados, sincronização de usuários, atualização de perfis, configurações relativas aos sistemas externos e ao próprio *U-Library*.

Dentre outros serviços disponíveis aos bibliotecários, a Figura 50 (b) apresenta a tela de consulta ao perfil dos clientes, na qual é possível visualizar o tipo de interesse, o radical, a relevância e os termos correspondentes.

Figura 50: Telas do protótipo implementado - *menu* de configurações e consulta ao perfil.

(a) menu de configurações



(b) consulta ao perfil

Tipo	Radical	Relevância	Termos Relacionados
Assunto	FISIOTERAP	66,67%	fisioterapia
Assunto	MEDICIN	65,76%	medicine; medicinas; medicines; medicina; medicin; medicinas
Hora	13	66,67%	13h
Hora	22	50,91%	22h
Hora	17	34,19%	17h
Hora	18	28,72%	18h
Hora	19	25,81%	19h
Dia da Semana	Monday	66,67%	Segunda-feira
Dia da Semana	Tuesday	30,84%	Terça-feira
Formato	IMPRESSO	66,67%	impresso
Idioma	POR	66,67%	Português
Localização	geo:-51.9564347;-29.4439231	66,67%	Localização Geográfica
Localização	geo:-52.2064261;-29.0724878	46,49%	Localização Geográfica
Tipo	LIVRO	66,67%	livro
Ano	2003	66,67%	2003
Ano	2004	65,22%	2004

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 51 apresenta a tela de notificações do protótipo. Nesta tela o usuário será informado sobre novas recomendações e notificações relativas aos sistemas externos, como atraso de materiais, disponibilidade de reservas, tarefas pendentes, dentre outros.

Através das notificações, bibliotecários também são informados sobre atividades necessárias a manutenção dos serviços da biblioteca, como por exemplo, a disponibilização de novos serviços pelos sistemas externos, os quais necessitam ser configurados para correta disponibilização aos usuários.

Figura 51: Tela do protótipo implementado - notificações.

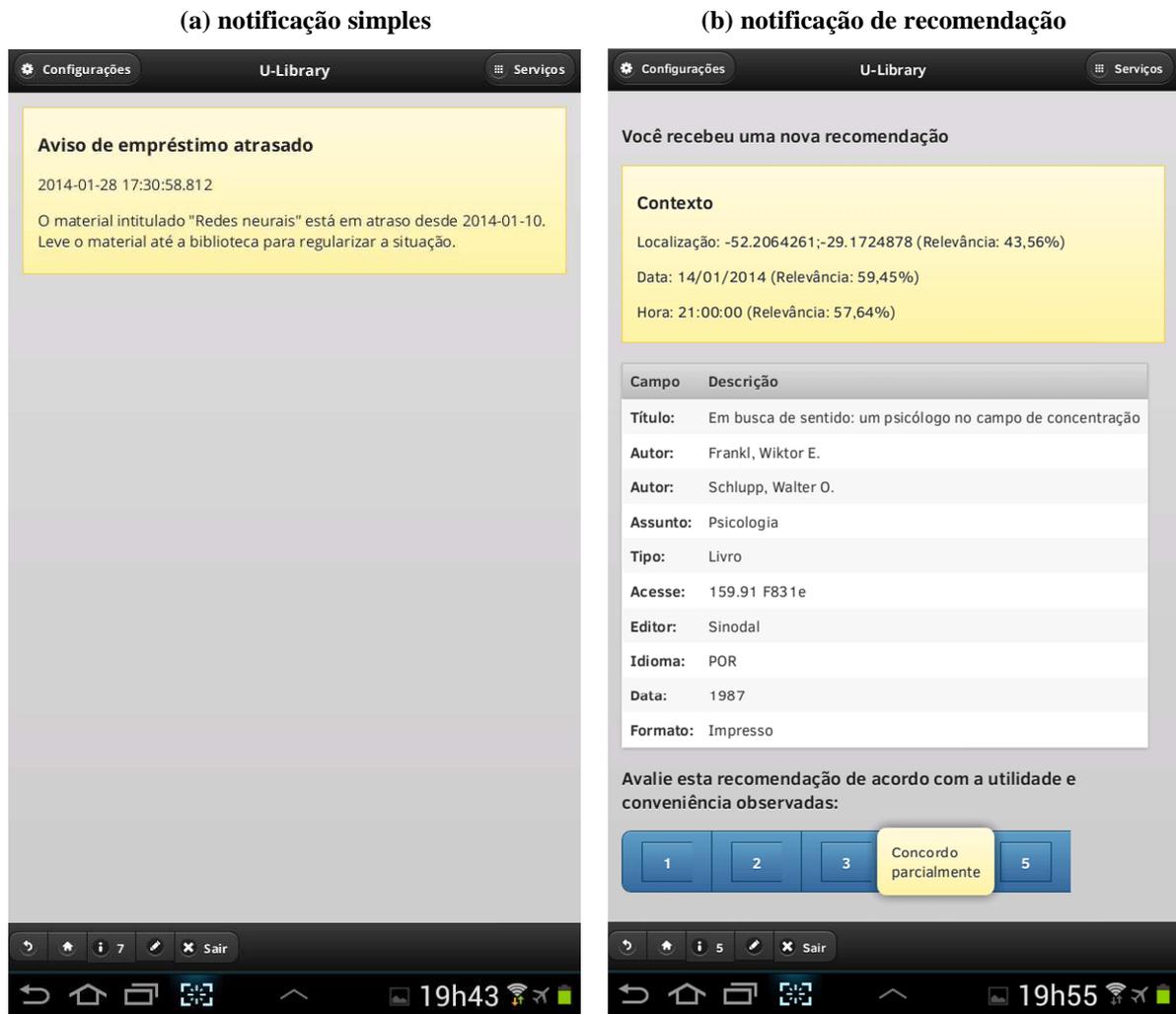


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 52 (a) apresenta a tela de uma notificação enviada por um sistema externo a um cliente, sendo neste caso um aviso de atraso de material. As notificações provenientes dos sistemas externos são comunicadas através do protocolo IPUL e recebidas pelo agente de interoperabilidade, conforme definido na Seção 4.9.

A Figura 52 (b) exibe uma notificação de recomendação de recurso entregue ao cliente, que pode ser avaliada pelo mesmo. As recomendações geradas e entregues pelo *U-Library* são especificadas na Seção 4.7.

Figura 52: Telas do protótipo implementado - tipos de notificações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 53 apresenta a tela de pesquisa simples. A partir desta interface o usuário pode realizar pesquisas na base de recursos que é composta por recursos provenientes de todos os sistemas externos integrados ao *U-Library* através do protocolo IPUL. Os resultados da pesquisa são personalizados de acordo com o perfil do usuário, de modo que cada usuário obtém resultados diferenciados para cada busca efetuada. Aos bibliotecários no atendimento de um cliente é possível realizar as buscas e obter resultados personalizados de acordo com o perfil do cliente que está sendo atendido, bastando para isso identificar o cliente que está em atendimento.

Figura 53: Tela do protótipo implementado - pesquisa simples.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através do protocolo IPUL (Seção 4.9), os sistemas externos podem disponibilizar serviços a serem oferecidos aos usuários pelo *U-Library*.

A Figura 54 (a) apresenta a listagem de empréstimos em aberto de determinado usuário. Esta listagem é obtida pelo *U-Library* através de um serviço disponibilizado pelo ILS da biblioteca por meio do protocolo IPUL.

A Figura 54 (b) apresenta a listagem de depósitos de documentos concluídos, que foram efetuados pelo usuário na BDU.

Figura 54: Telas do protótipo implementado - serviços.

(a) empréstimos em aberto



Exemplar	Título	Autor	Empréstimo	Devolução prevista	Biblioteca
00070215	Introdução a modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em arena	Freitas, Paulo	2012-03-27	2014-01-10	Lajeado
00111454	RFID: implementando o sistema de identificação por radiofrequência	Bhuptani, Manish	2011-12-30	2014-01-10	Lajeado
00116710	Ajax com jQuery: requisições AJAX com a simplicidade de jQuery	Silva, Maurício Samy	2011-04-25	2014-01-10	Lajeado
00125793	Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria & aplicações	Chwif, Leonardo	2012-03-27	2014-01-10	Lajeado
00126978	Desenvolvendo aplicações web com JSP e JSTL	Jandl, Junior, Peter	2011-08-02	2014-01-10	Lajeado
00128101	Redes neurais	Braga,	2012-04-04	2014-01-10	Lajeado

(b) depósitos concluídos



Título	Coleção
Modelagem matemática visando à caracterização e à previsão futura do sistema de abastecimento de água do município de Lajeado/RS	Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento - PPGAD

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 55 (a) apresenta o histórico de acessos a recursos efetuados por determinado usuário na Biblioteca Virtual Universitária.

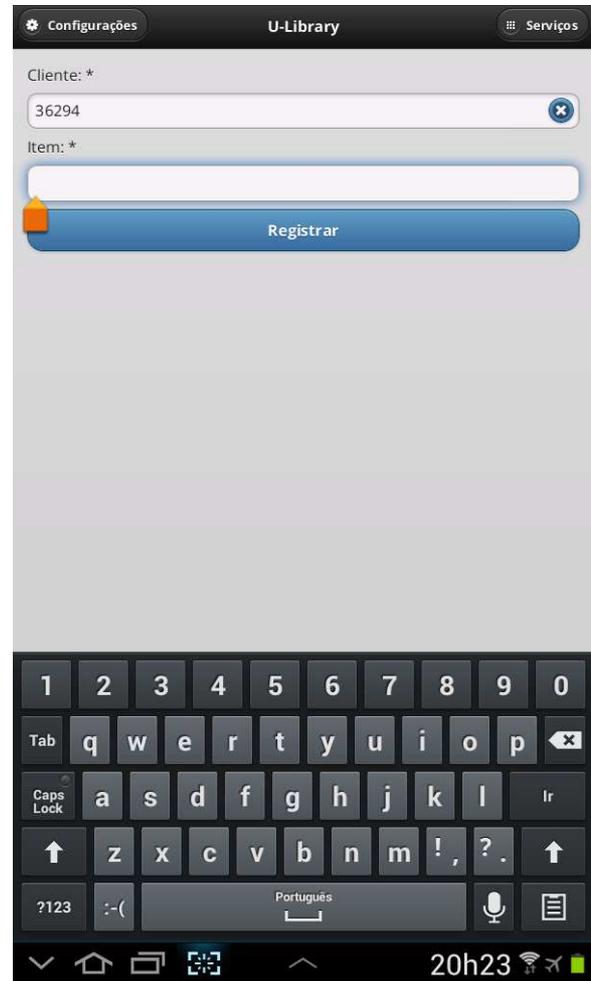
A Figura 55 (b) apresenta o serviço disponibilizado pelo ILS da biblioteca que permite a realização de empréstimos de materiais através do *U-Library*.

Figura 55: Telas do protótipo implementado - serviços.

(a) histórico de consultas



(b) solicitação de empréstimos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas dificuldades foram observadas durante a implementação do protótipo no que tange os dados utilizados, em especial em relação aos metadados de recursos. Pelo fato dos metadados de recursos serem provenientes de diversos sistemas de informação, a padronização utilizada na catalogação dos mesmos costuma apresentar muita variação, sem considerar que também são comuns erros de grafia e palavras-chave com semântica vaga. A abordagem adotada para definição de perfis de usuários, assim como a recomendação de recursos e personalização dos resultados de pesquisa é fortemente baseada em palavras-chave. Desta forma, a falta de padronização identificada pode levar a falhas na atribuição de relevância de palavras-chave no perfil dos usuários, assim como na recomendação de recursos e personalização dos resultados de pesquisa.

A abordagem utilizada para definição e atualização de perfis de usuários caracterizou-se como um processo custoso para usuários que possuem uma grande quantidade de registros nas suas trilhas, pelo fato de não ser um processo incremental. Buscando reduzir o impacto desta característica, a atualização dos perfis ocorre em momentos de ociosidade dos usuários na utilização do *U-Library*.

O processo de recomendação utilizando filtragem colaborativa demonstrou-se também ser um processo custoso para usuários que possuem uma grande quantidade de registros nas suas trilhas, visto que os mesmos são recuperados e comparados um a um pelo *framework* SIMCOP. Desta forma, a implementação baseada em filtragem de conteúdo foi definida como o padrão para entrega de recomendações.

5.2 Integração do protótipo

Visando a avaliação do modelo, efetuou-se a integração do protótipo do *U-Library* com os sistemas da Biblioteca da UNIVATES, de modo que a experimentação do protótipo foi realizada utilizando dados reais de recursos e atividades de usuários.

A Biblioteca da UNIVATES conta com dois sistemas próprios: ILS (utilizando o software *Gnuteca*) e a Biblioteca Digital da Univates (BDU) (utilizando uma customização do software *DSpace*). Tais sistemas foram clonados, incluindo suas bases de dados, para um ambiente de testes controlado, visto que a instituição não permitiu testes utilizando as bases de produção.

A BDU nativamente disponibiliza seus recursos através do protocolo OAI-PMH. Já o ILS utilizado não suporta nenhum protocolo de interoperabilidade de metadados, de modo que para realização dos testes tornou-se necessário a implementação de uma interface do protocolo OAI-PMH. Como o *Gnuteca* utiliza o padrão de metadados MARC21 foi necessário realizar a compatibilização dos metadados para o padrão *Dublin Core*, que foi possível através da referência "*MARC to Dublin Core Crosswalk*" disponibilizada pela *Library of Congress* (LIBRARY OF CONGRESS, 2008).

Em ambos os sistemas foi realizada a implementação do protocolo IPUL, assim como um conjunto básico de serviços que podem ser fornecidos por cada um deles através deste protocolo.

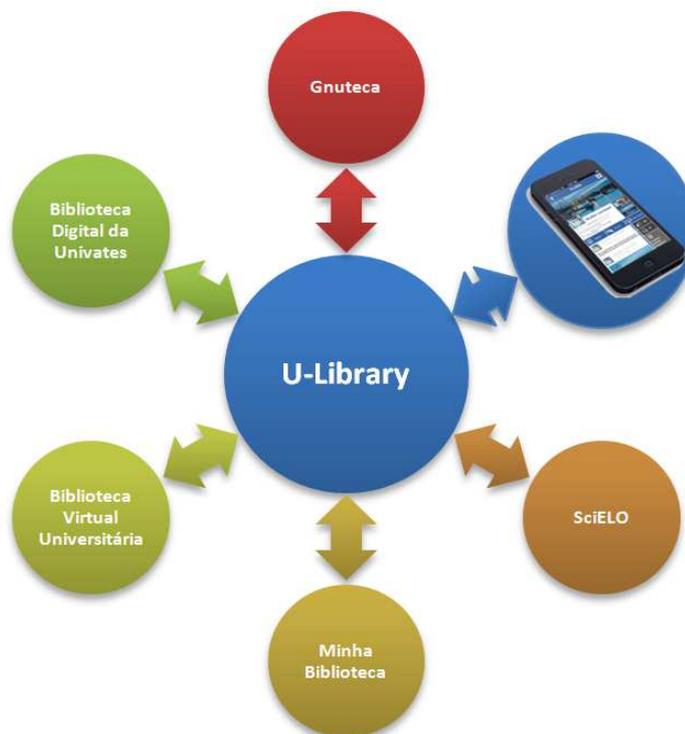
A Biblioteca da UNIVATES assina dois sistemas de *e-books* (Biblioteca Virtual Universitária e Minha Biblioteca), que disponibilizam seus metadados através de arquivos MARC para a importação no catálogo da biblioteca. Consequentemente tais metadados foram incluídos na importação para a base de metadados de recursos do *U-Library*.

Visando a experimentação do protótipo, tais sistemas foram simulados, através de sua base de metadados, assim como de uma base detalhada de atividades realizadas por cada usuário; dados estes fornecidos pelas respectivas empresas para fins estatísticos e de controle. Estas informações são suficientes para permitir a experimentação pretendida, de modo que sobre estes dados foi implementado o protocolo IPUL, assim como alguns dos serviços que poderiam ser fornecidos por cada um destes sistemas.

Várias bases de dados são assinadas ou disponibilizadas à Biblioteca da UNIVATES, no entanto, a integração com estes sistemas ou mesmo a utilização de seus dados dependeria de acordos formais e complexos. Desta forma, optou-se por fazer a integração com uma base de dados externa e livre, porém amplamente conhecida, a *SciELO*. Esta integração limitou-se a importação de metadados de recursos através do protocolo OAI-PMH, visto que necessitaria de acordos técnicos para implantação do protocolo IPUL.

A Figura 56 apresenta uma visão geral da integração realizada para promover a experimentação do protótipo implementado.

Figura 56: Visão geral da integração realizada para a experimentação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A base de recursos contou com mais de 200 mil registros proveniente dos 5 sistemas externos, somando 2.803.165 registros de metadados. Deve-se considerar que a importação de recursos da *SciELO* foi parcial.

Levando em consideração os dados de atividades de usuários disponibilizados por cada um dos sistemas integrados, assim como a limitação de dados proveniente de alguns deles, foram implementados os seguintes serviços que são fornecidos pelos sistemas externos através do protocolo IPUL:

- Solicitar Renovação;
- Solicitar empréstimo;
- Solicitar reserva;
- Disponibilidade de material;
- Devolver de material;
- Registrar utilização local;
- Histórico de estados de exemplar;
- Dados do exemplar;
- Empréstimos em aberto;
- Reservas em aberto;
- Multas em aberto;
- Penalidades em aberto;

- Histórico de empréstimos;
- Histórico de reservas;
- Histórico de multas;
- Histórico de penalidades;
- Depósitos em aberto;
- Depósitos concluídos;
- Histórico de consultas;
- Lista de usuários.

Por sua vez, o *U-Library* oferece serviços agregados a partir dos dados disponibilizados pelos sistemas externos. Os serviços implementados para o *U-Library*, além dos destinados ao gerenciamento da ferramenta e do protocolo IPUL, foram:

- Notificações;
- Consultar perfil;
- Atualizar perfil;
- Obter recomendação;
- Gerar recomendação;
- Consultar trilhas;
- Listar clientes ativos;
- Listar clientes visitando a biblioteca.

Dados de atividades de usuários provenientes destes sistemas, a exceção da *SciELO*, foram convertidos e armazenados no formato de registros de trilha, conforme a especificação de trilha realizada na Seção 4.3, de modo a servir de base para definição dos interesses do perfil dos usuários, o qual foi definido na Seção 4.6.

Na base de dados de trilhas obteve-se 6.969.733 registros, abrangendo o período de 31/01/2000 até 01/07/2013, e estando associadas a 26.476 usuários. O período de utilização pelos usuários varia de alguns minutos até cerca de 13 anos e meio, que corresponde praticamente a todo o período dos dados.

5.3 Avaliação

Diferentes experimentos foram conduzidos para avaliação do *U-Library*. A avaliação ocorreu na Biblioteca da UNIVATES, fazendo uso dos dados de alguns dos sistemas da biblioteca, de modo a permitir a formação de bases de recursos e trilhas de usuários.

Os experimentos realizados ocorreram em um ambiente controlado, de modo que não foi possível simular todo o contexto relacionado ao fluxo de dados dos sistemas, visto que seria necessária uma integração com as bases de produção de cada um dos sistemas. O primeiro experimento (Seção 5.3.1) buscou avaliar a utilização do modelo por voluntários no apoio a realização de algumas de suas tarefas diárias, como a recuperação de informações,

utilização de serviços, notificações e recomendação. O segundo experimento (Seção 5.3.2) avaliou a qualidade e conveniência das recomendações geradas pelo *U-Library*. O terceiro (Seção 5.3.3) avaliou as funcionalidades do modelo por um período de tempo maior, simulando a real utilização no dia a dia de clientes de bibliotecas.

5.3.1 Avaliação de facilidade de uso e percepção de utilidade

O grupo de voluntários que participou do experimento foi formado por 20 clientes e 25 bibliotecários da UNIVATES, sendo o grupo categorizado como bibliotecários, formado por 23 atendentes da biblioteca e 2 bacharéis em biblioteconomia.

As informações disponíveis a respeito de cada um dos voluntários apresentou uma considerável variação relacionada ao tempo de utilização dos sistemas da biblioteca assim como da quantidade de registros de trilhas. O período de utilização dos sistemas da biblioteca registrado na trilha de cada voluntário, variou de apenas 1 dia até cerca de 13 anos e 3 meses. A quantidade de registros de trilhas também variou de 1 até 5.243 registros. Esta variação na quantidade de dados disponível para cada voluntário atribui ao experimento uma amostra bastante variada de usuários.

Os voluntários responderam a um questionário contendo afirmações relacionadas à experiência na utilização do *U-Library*, sendo que os dados colhidos foram tabulados a fim de avaliar o desempenho e relevância do modelo proposto.

As respostas foram padronizadas na escala Likert (LIKERT, 1932) de cinco pontos: discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), indiferente (3), concordo parcialmente (4) e concordo totalmente (5). Os itens do questionário foram elaborados com base nos conceitos do modelo de aceitação de tecnologia (TAM - *Technology Acceptance Model*) proposto por Davis (1989) e aplicado e expandido por Yoon e Kim (2007) em seu estudo sobre aceitação de redes *wireless*. O modelo TAM considera os seguintes itens como principais influências para a aceitação de uma nova tecnologia:

- Facilidade de uso percebida: grau em que uma pessoa acredita que a tecnologia poderia diminuir os seus esforços;
- Percepção de utilidade: grau em que uma pessoa acredita que a tecnologia poderia melhorar o desempenho no desenvolvimento de suas atividades.

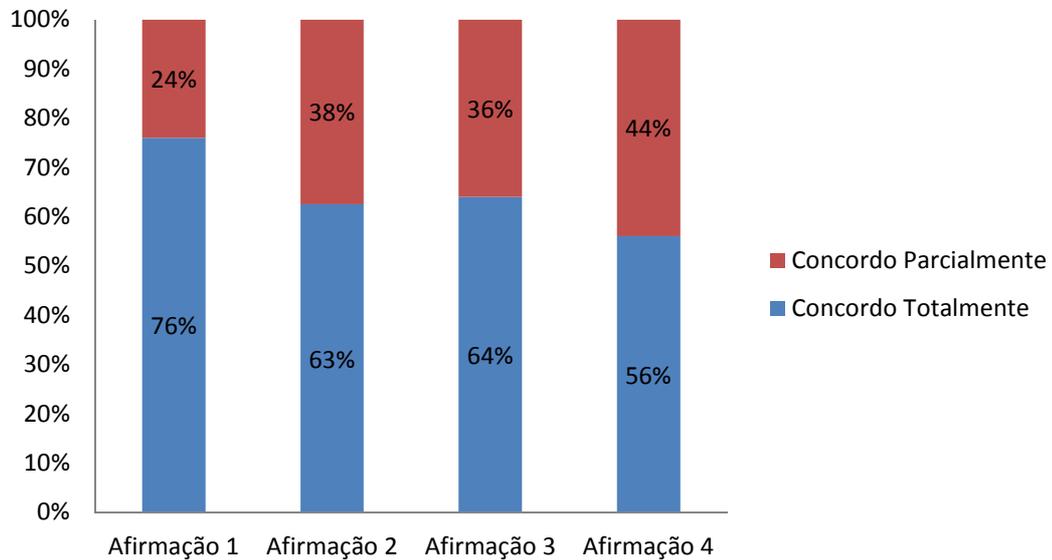
As afirmações, realizadas a clientes e bibliotecários, que buscaram medir a facilidade de uso foram as seguintes:

1. O Assistente Pessoal do *U-Library* é de fácil compreensão.
2. O Assistente Pessoal do *U-Library* é de fácil utilização.
3. No Assistente Pessoal do *U-Library*, as informações são apresentadas de forma clara e objetiva.
4. Com pouco esforço pude utilizar os serviços oferecidos pelo Assistente Pessoal do *U-Library*.

A Figura 57 apresenta o resultado obtido na avaliação de facilidade de uso para cada uma das afirmações realizadas aos voluntários. Os resultados apontaram que 100% dos voluntários concordaram com as afirmações relacionadas à facilidade de uso. Entretanto, pode-se observar que houve uma parcela significativa e semelhante de voluntários que não

concordou totalmente com as afirmações, de modo a indicar a possibilidade de realizar melhorias na usabilidade do protótipo.

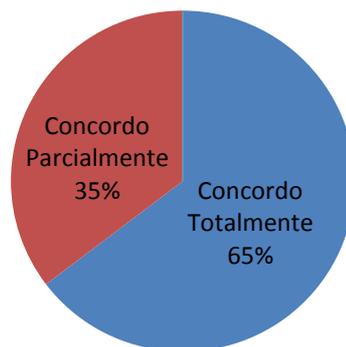
Figura 57: Resultado da avaliação de facilidade de uso por afirmação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 58 apresenta o resumo geral dos resultados obtidos na avaliação de facilidade de uso. Os resultados apontam que 100% dos voluntários concordaram totalmente ou parcialmente com as afirmações relacionadas à facilidade de uso.

Figura 58: Resumo geral da avaliação de facilidade de uso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As afirmações que buscaram medir a percepção de utilidade do protótipo foram especificamente formuladas para cada grupo de usuários do *U-Library*, ou seja, clientes e bibliotecários. Isto deve-se ao fato do *U-Library* disponibilizar funcionalidades específicas para cada grupo de usuários, que realizam tarefas diferenciadas em seu dia a dia. As afirmações voltadas aos clientes foram as seguintes:

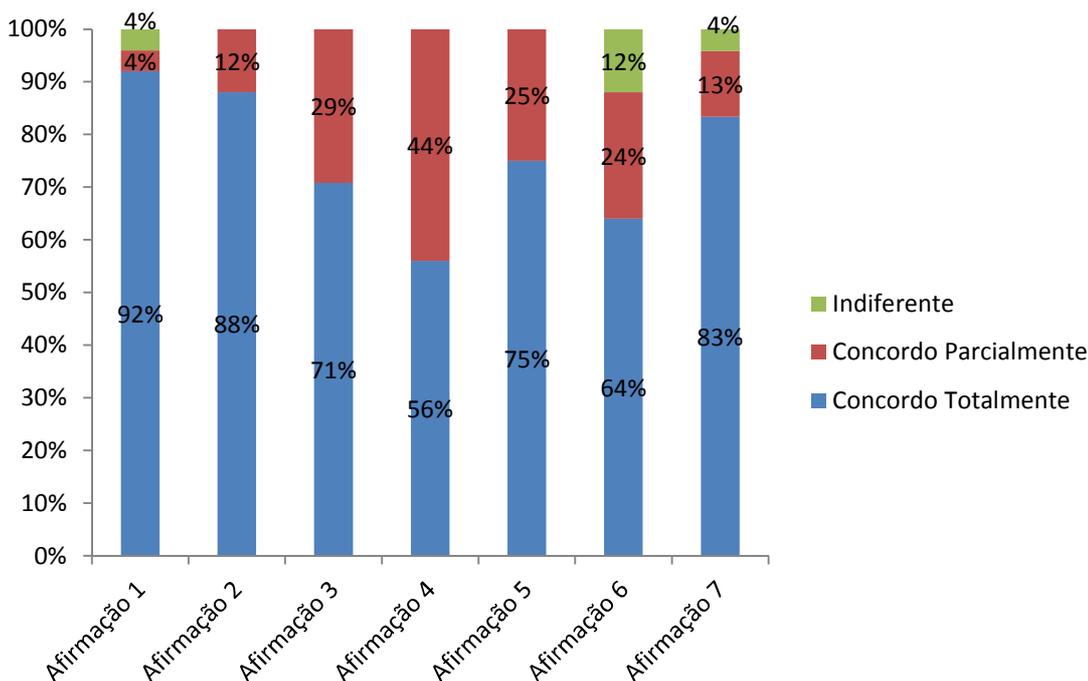
1. O Assistente Pessoal do *U-Library* facilita a recuperação de recursos de informação.
2. A possibilidade de realizar buscas em diversas bases de dados simultaneamente agiliza o processo de recuperação de informações.
3. A personalização dos resultados de busca, de acordo com meu perfil, agiliza o processo de recuperação de informações.
4. As recomendações oferecidas pelo *U-Library* são relevantes.
5. Os serviços oferecidos são relevantes e trazem maior praticidade.
6. Comparado com a frequência atual de utilização, com o *U-Library* eu utilizaria mais os recursos da biblioteca.
7. Eu utilizaria o *U-Library* no dia a dia.

A Figura 59 apresenta o resultado obtido na avaliação de percepção de utilidade para cada uma das afirmações realizadas aos clientes. Os resultados apontam a necessidade de buscar melhorias no que se refere as recomendações (Afirmação 4) de modo a atingir maior satisfação dos clientes.

A Afirmação 6 buscou identificar se a disponibilização de suporte ubíquo a bibliotecas proporcionaria maior utilização dos recursos e serviços de bibliotecas. Neste ponto observou-se uma percepção de utilidade considerável do *U-Library*, atingindo 88% de concordância, no entanto 12% dos voluntários mostraram-se indiferentes a afirmação.

As demais afirmações apontam forte aceitação dos aspectos presentes no modelo *U-Library*, que preveem a integração de serviços e recursos físicos e digitais provenientes dos diversos sistemas de disponibilização de informação de bibliotecas, assim como da disponibilidade de uma busca personalizada de acordo com o perfil dos clientes.

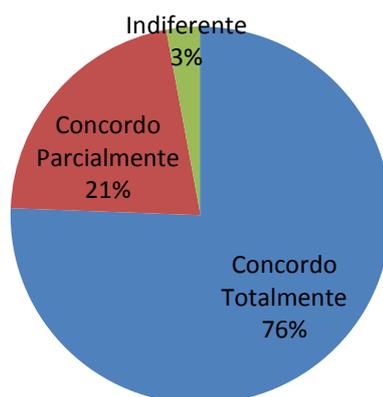
Figura 59: Resultado da avaliação de percepção de utilidade pelo cliente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 60 apresenta o resumo geral dos resultados obtidos na avaliação de percepção de utilidade realizada por clientes de biblioteca. Os resultados apontam que 76% dos clientes concordaram totalmente e 21% concordaram parcialmente com as afirmações relacionadas à facilidade de uso. Apenas 3% mostraram-se indiferentes as afirmações realizadas.

Figura 60: Resumo geral da avaliação de percepção de utilidade pelo cliente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

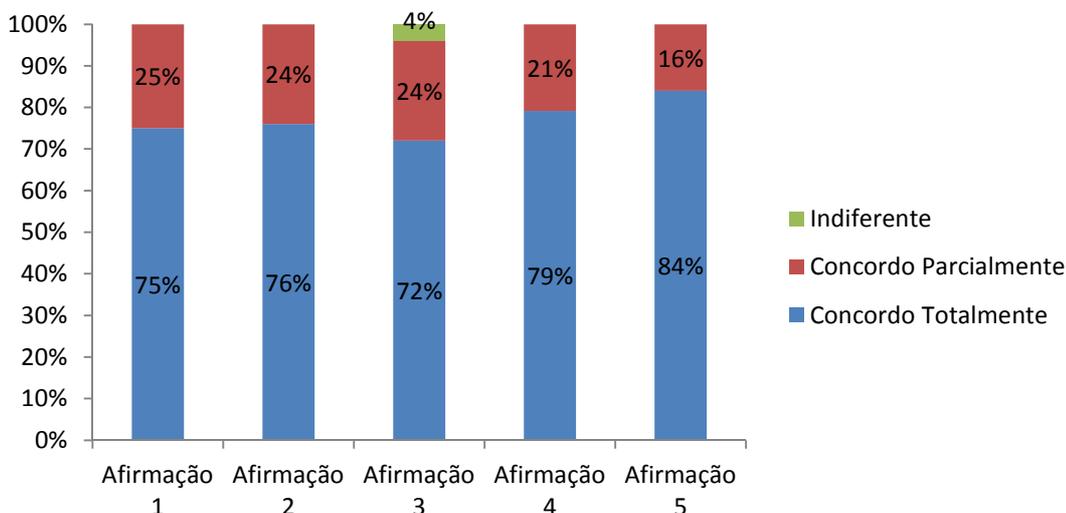
As afirmações direcionadas aos bibliotecários, que buscaram medir a percepção de utilidade foram as seguintes:

1. A manutenção automática de perfis de clientes, assim como sua disponibilidade apresenta-se relevante para o atendimento ao cliente.
2. A personalização dos resultados de busca, de acordo com o perfil do cliente, facilita o atendimento.
3. Os serviços disponibilizados para suporte ao cliente e atividades do dia a dia são relevantes.
4. A possibilidade de obter recomendações de acordo com o perfil dos clientes proporciona maior agilidade no processo de recomendação de recursos de informação.
5. Eu utilizaria o *U-Library* no dia a dia.

A Figura 61 apresenta o resultado obtido na avaliação de percepção de utilidade para cada uma das afirmações realizadas aos bibliotecários. Os resultados apontam uma boa aceitação e percepção uniforme em relação às afirmações realizadas.

De acordo com o experimento realizados, pode-se observar boa aceitação dos aspectos relacionados a manutenção de perfis, personalização de resultados de buscas, disponibilidade de serviços e entrega de recomendações de acordo com o perfil dos clientes.

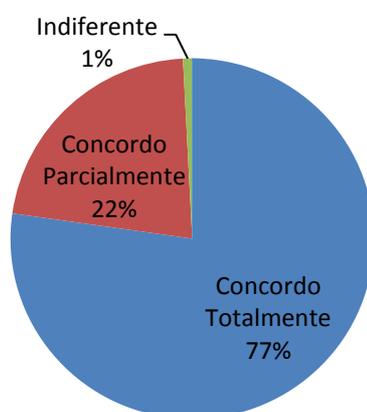
Figura 61: Resultado da avaliação de percepção de utilidade pelo bibliotecário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 62 apresenta o resumo dos resultados obtidos na avaliação de percepção de utilidade realizada por bibliotecários. Os resultados apontaram que 77% dos bibliotecários concordaram totalmente e 22% concordaram parcialmente com as afirmações relacionadas à facilidade de uso. Apenas 1% mostraram-se indiferentes as afirmações realizadas.

Figura 62: Resumo geral da avaliação de percepção de utilidade pelo bibliotecário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além das afirmações relacionadas à facilidade de uso e utilidade do *U-Library*, os voluntários foram convidados a opinar de forma escrita apontando sugestões, críticas ou mesmo justificando qualquer das respostas relacionadas as afirmações da avaliação realizada. Opiniões emitidas verbalmente durante o processo de avaliação também foram anotadas. As opiniões registradas referem-se a melhorias de interface e funcionamento que podem ser implementadas sem necessidade de ser realizada qualquer alteração na estrutura do modelo proposto. As opiniões coletadas foram as seguintes:

- Bibliotecário 1: "Os resultados retornados pelas buscas são ordenados de acordo com o perfil do usuário. Disponibilizar outros critérios de ordenação, como por título e autor do recurso";
- Cliente 1: "Os botões do rodapé do assistente pessoal, que dão acesso as funções de voltar, notificações, tela inicial e sair, poderiam ser um pouco maiores";
- Bibliotecário 1: "Disponibilizar uma pesquisa avançada, contendo filtros como, por exemplo, por tipo de recurso";
- Bibliotecário 1: "Permitir ao bibliotecário indicar recomendações através de itens pesquisados, ou seja, ignorando o processo automático de recomendações";
- Bibliotecário 1: "Mudar nomenclatura de alguns termos utilizados no protótipo visando permitir melhor compreensão aos usuários, como é o caso do termo trilha";
- Cliente 2: "Permitir a entrada de dados, no que se refere a itens físicos do acervo, através da leitura do código de barras".

Em síntese, observa-se que a maior parte dos voluntários concordou totalmente que o protótipo do modelo proposto foi de fácil utilização e também útil. Nenhum dos voluntários discordou das afirmações, demonstrando uma boa aceitação do *U-Library*.

A Figura 63 e Figura 64 apresentam fotos de clientes e bibliotecários durante a experimentação do protótipo do *U-Library* no acervo da biblioteca da UNIVATES.

Figura 63: Voluntários (cliente e bibliotecário) na experimentação do *U-Library*.

(a) cliente



(b) bibliotecário



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 64: Voluntários (bibliotecários) na experimentação do *U-Library*.



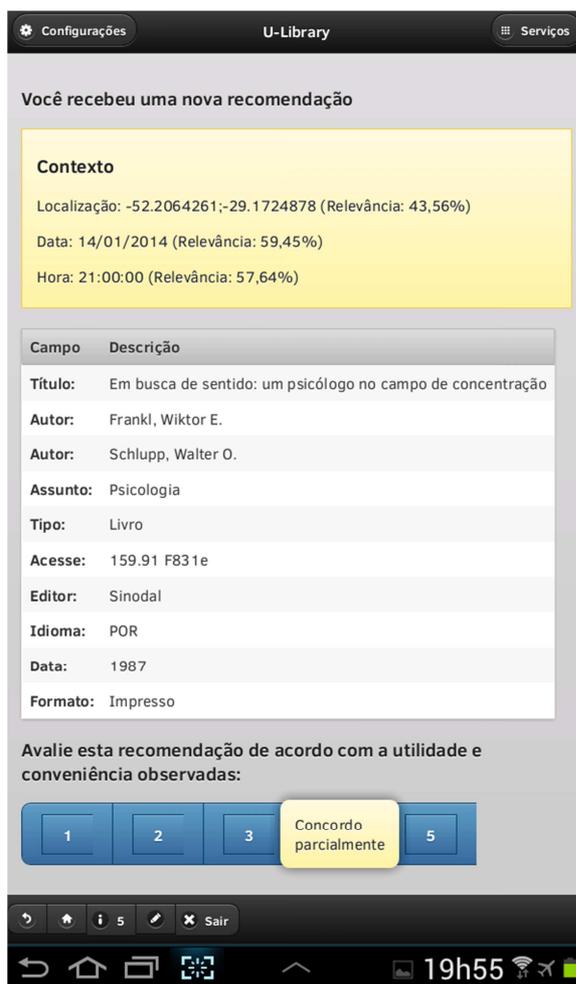
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.2 Avaliação de recomendações

Um segundo experimento buscou medir níveis de satisfação relacionados a recomendações realizadas pelo *U-Library*. Os resultados foram colhidos a partir de pontuação atribuída pelos voluntários a cada uma das recomendações e padronizadas na escala Likert (LIKERT, 1932) de cinco pontos: discordo totalmente (1), discordo parcialmente (2), indiferente (3), concordo parcialmente (4) e concordo totalmente (5). Os voluntários foram orientados a pontuar as recomendações recebidas de acordo com a utilidade e conveniência observadas.

Devido aos testes terem sido realizados em um ambiente controlado, assim como pela indisponibilidade de voluntários para realização de testes extensos, tornou-se necessário induzir via sistema a geração de recomendações, para possibilitar sua avaliação, visto que a disponibilização das mesmas está relacionada a aspectos de contexto dos clientes, como sua localização, dia da semana e horário. Desta forma, no cabeçalho de cada recomendação foram exibidas informações do cenário relacionado a ela, ou seja, informações sobre o que levou a sua disponibilização. Os voluntários também foram orientados que as recomendações disponibilizadas a eles consideraram possíveis contextos passados. Um exemplo de recomendação entregue a um cliente pode ser observada na Figura 65.

Figura 65: Exemplo de recomendação entregue a cliente.

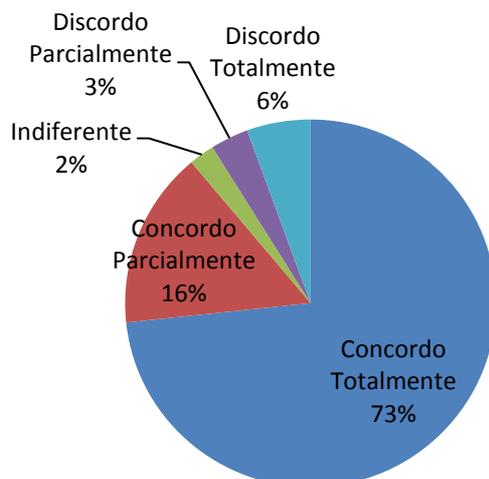


Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram geradas até dez recomendações para cada voluntário e lhes foi solicitado a atribuição de pontuação a cada uma. Alguns dos voluntários não receberam recomendações ou receberam um número inferior a 10 devido a características de seu perfil. Até cinco das recomendações foram geradas pela técnica de filtragem baseada em conteúdo, resultando em 90 recomendações destinadas a 19 voluntários. Até cinco recomendações foram geradas pela técnica de filtragem colaborativa, a qual foi implementada com o apoio do *framework* SIMCOP, resultando em 95 recomendações destinadas a 19 voluntários.

A Figura 66 apresenta o resumo dos resultados obtidos pelo experimento que buscou medir a qualidade das recomendações disponibilizadas pelo *U-Library*, através da abordagem de filtragem baseada em conteúdo. Os resultados apontaram que 73% dos voluntários concordaram totalmente e 16% concordaram parcialmente com a utilidade e conveniência das recomendações recebidas. Apenas 11% mostraram-se indiferentes ou discordaram parcial ou totalmente quanto à utilidade e conveniência das recomendações.

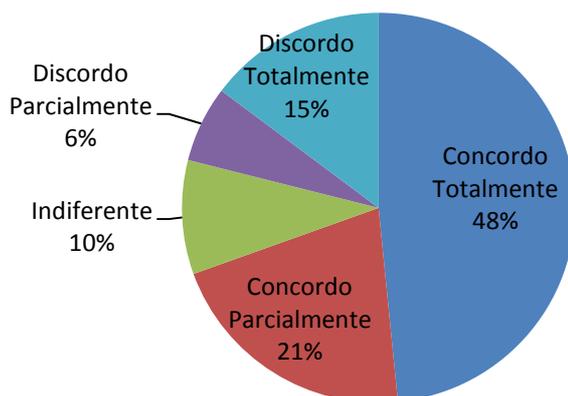
Figura 66: Resumo da avaliação das recomendações por filtragem baseada em conteúdo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 67 apresenta o resumo dos resultados obtidos pelo experimento que buscou medir a qualidade das recomendações disponibilizadas pelo *U-Library*, através da abordagem de filtragem colaborativa. Os resultados apontaram que 43% dos voluntários concordaram totalmente e 21% concordaram parcialmente com a utilidade e conveniência das recomendações recebidas. Dez por cento dos voluntários mostraram-se indiferentes e 21% discordaram parcial ou totalmente quanto à utilidade e conveniência das recomendações recebidas.

Figura 67: Resumo da avaliação das recomendações por filtragem colaborativa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, este experimento obteve como resultado uma boa aceitação das recomendações entregues pelo *U-Library*. Entretanto, os resultados demonstram também a necessidade de aprimorar as técnicas utilizadas para recomendação de recursos. Vale destacar que as limitações ocasionadas pela utilização de ambiente simulado podem ter influenciado na baixa pontuação atribuída a algumas recomendações visto que limita a percepção da relevância das recomendações por basear-se em contextos passados dos clientes. Problemas

na padronização dos metadados dos recursos também podem ter influenciado na qualidade das recomendações.

5.3.3 Avaliação estendida de funcionamento

Um teste estendido das funcionalidades do *U-Library* também foi realizado. Este teste foi conduzido pelo próprio pesquisador e simulou a utilização do *U-Library* durante o período de cerca de 3 dias. Para realização deste teste foram selecionadas e utilizadas a identificação de dois clientes, denominados de *Cliente 1* e *Cliente 2*.

As Tabela 11 e Tabela 12 apresentam o resumo da trilha das atividades desempenhadas utilizando respectivamente as identificações do *Cliente 1* e do *Cliente 2* durante as experimentações realizadas. Alguns registros da trilha que não agregam maior valor a este descritivo foram omitidos. A informação de localização da trilha dos dois clientes foi alterada para atender a realidade do pesquisador no desenvolvimento do experimento. Nas tabelas, a informação de localização foi substituída pelo nome do local, visto que a apresentação de coordenadas geográficas dificulta o descritivo. Os registros de trilha foram numerados objetivando facilitar a compreensão.

A identificação do *Cliente 1* foi selecionada pelo fato de possuir poucos registros de trilha, contendo apenas 61 itens e abrangendo o período de 1 ano e 1 mês. Um registro de trilha pequeno facilita a simulação de utilização do protótipo, visto que possibilita mudanças no perfil do usuário em um período de tempo menor. Desta forma, selecionou-se aleatoriamente a palavra chave "medicina", que não estava inicialmente presente no perfil do *Cliente 1*. A adição desta palavra chave no perfil do *Cliente 1* foi induzida objetivando causar a entrega de recomendações. O perfil de interesse do *Cliente 1* apresentava-se inicialmente conforme apresentado na Figura 68.

Figura 68: Perfil inicial do *Cliente 1*.

Tipo	Radical	Relevância	Termos Relacionados
Assunto	PSICOLOG	50,9%	psicológico; psicológico; psicologia; psicologico; psicólogo; psicológicas; psicológica; psicologicos; psicológicos; psicólogos
Assunto	SOC	49,02%	sociais; sociais; sociales; socialmente; soc.;
Assunto	SOCIOLOG	31,66%	sociológico; sociológicas; sociologica; sociologia; sociologicos; sociológica; sociologismo; sociológicos
Assunto	COMPORT	28,84%	comportamentos; comportamento
Hora	18	66,67%	18h
Hora	21	57,64%	21h
Hora	08	55,21%	08h
Hora	22	27,18%	22h
Autor	BARROS REGINA BENEVIDES	39,74%	barros, regina

Fonte: Elaborado pelo autor.

A experimentação utilizando a identificação do *Cliente 1* iniciou às 8h da manhã do dia 07/01/2014, quando em sua residência, foram recebidas e visualizadas as notificações de atraso de 4 materiais. Estas notificações foram disparadas pelo ILS da biblioteca, através do protocolo de interoperabilidade IPUL. O agente de interoperabilidade é responsável por receber tais notificações e entregá-las ao assistente pessoal.

Em seguida foi realizada a busca por recursos contendo o termo "medicina" (registro de trilha número 1). A partir dos resultados recuperados pelo *U-Library* (Figura 69), foi realizada a visualização dos detalhes de 3 recursos (registros de trilha números 2, 3 e 4) e efetuada uma reserva para o terceiro item visualizado (registro de trilha número 5). A busca efetuada é processada conforme apresentado pelo diagrama de sequência da Figura 28. As ações de visualização de recursos e reserva, são registradas na trilha do usuário. A reserva solicitada pelo usuário é registrada no ILS da biblioteca através de uma solicitação ao serviço correspondente que é efetuada pelo agente de interoperabilidade.

Figura 69: Resultado da primeira pesquisa do teste do *Cliente 1*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mudando a localização para o local de trabalho, foi recebida e visualizada uma notificação de reserva disponível para retirada na biblioteca (registro de trilha número 6). Tal notificação é enviada pelo ILS da biblioteca, através do protocolo de interoperabilidade IPUL. O agente de interoperabilidade é responsável por receber tal notificação e entregá-la ao assistente pessoal.

No horário de meio dia o *Cliente 1* deslocou-se até a biblioteca para efetuar a devolução dos livros atrasados, assim como retirar a reserva solicitada, resultando nos registros de trilha de números 7 até 11. Além da reserva solicitada, outros 5 livros foram retirados, conforme apresenta os registros de trilha de números 12 até 16. Estas atividades foram registradas diretamente no ILS da biblioteca, de modo que foram informadas ao *U-Library* através de um serviço do protocolo IPUL. O agente de interoperabilidade recebe estes registros e encaminha para registro no módulo de trilhas.

Durante a noite, novamente localizado em sua residência, realizou-se uma nova busca por recursos utilizando o termo "medicina" (registro de trilha número 17). A partir dos resultados recuperados foram acessados dois recursos, que direcionaram para a BDU, a partir da qual foi efetuado o *download* dos mesmos (registros de trilha números 18 até 23). A busca efetuada é processada conforme apresentado pelo diagrama de sequência da Figura 28. As ações de visualização de recursos são registradas na trilha do usuário. A ação de *download*

dos recursos é informada pela BDU ao *U-Library* através do protocolo IPUL. O agente de interoperabilidade recebe estas atividades e encaminha para registro no módulo de trilhas.

No dia seguinte efetuou-se uma busca pelo termo "medicina", sendo que um dos resultados recuperados pela pesquisa foi reservado (registros de trilha de números 24 até 27). Devido a constante atualização do perfil do *Cliente 1*, o resultado da corrente busca efetuada (Figura 70) apresenta-se com algumas diferenças em relação à primeira busca (Figura 69) realizada com o mesmo termo. A busca efetuada é processada conforme apresentado pelo diagrama de sequência da Figura 28. A ação de reserva do recurso é registrada na trilha do usuário. A reserva solicitada pelo usuário é registrada no ILS da biblioteca através de uma solicitação ao serviço correspondente que é efetuada pelo agente de interoperabilidade.

Figura 70: Resultado da última pesquisa do teste do *Cliente 1*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir destas interações realizadas com o *U-Library* foi possível verificar alterações no perfil do cliente. O termo "medicina" foi incluído no perfil, atingindo a relevância de 26,31%, sendo que os demais termos também tiveram sua relevância alterada. A Figura 71 apresenta do perfil de interesse do *Cliente 1* após o teste realizado.

Figura 71: Perfil pós-teste do *Cliente 1*.

Tipo	Radical	Relevância	Termos Relacionados
Assunto	PSICOLOG	45,5%	psicológico; psicológico; psicologia; psicológico; psicólogo; psicológicas; psicológica; psicologicos; psicológicos; psicólogos
Assunto	SOC	35,28%	sociais; socias; sociales; socialmente; soc.; socia; social; soc
Assunto	MEDICIN	26,31%	medicine; medicinas; medicines; medicina; medicinias; medicin
Assunto	SOCIOLOG	25,38%	sociológico; sociológicas; sociologica; sociologia; sociologicos; sociológica; sociologismo; sociológicos
Hora	15	66,67%	15h
Hora	18	54,95%	18h
Hora	21	47,51%	21h

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estas alterações resultaram na entrega de 4 recomendações (Figura 72) no dia 09/01/2014 às 8h, que foram pontuadas pelo cliente (registros de trilha números 28 até 31). As recomendações foram identificadas ainda no dia 08/01/2014, porém o *U-Library* postergou sua entrega para dia 09/01/2014, visto que o perfil do *Cliente 1* não possui qualquer relevância registrada para quartas-feiras, assim como identifica quintas-feiras com 30,62% de relevância e o horário da atividade, 8 horas da manhã, com 45,51% de relevância.

Figura 72: Notificações - recomendações recebidas no teste do *Cliente 1*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 11: Resumo da trilha registrada para os testes do *Cliente 1*.

Nº	Sistema	Atividade	Localização	Tempo	Duração	Entidade		
						Cliente	Bibliotecário	Recurso
1	U-Library	SEARCH	Casa	07/01/2014 08:01:03	00:00:15	21725		*:medicina
2	U-Library	VIEW	Casa	07/01/2014 08:01:55	00:00:02	21725		Id=41451
3	U-Library	VIEW	Casa	07/01/2014 08:02:43	00:00:03	21725		Id=99561
4	U-Library	VIEW	Casa	07/01/2014 08:03:13	00:00:02	21725		Id=31833
5	U-Library	RESERVE: Solicitada	Casa	07/01/2014 08:04:24	00:00:05	21725		Id=31833
6	ILS	RESERVE: Comunicada	Trabalho	07/01/2014 09:03:56	00:00:02	21725	36294	Id=31833
7	ILS	RETURN	Biblioteca	07/01/2014 12:04:12	00:00:01	21725	36294	Id=12266
8	ILS	RETURN	Biblioteca	07/01/2014	00:00:01	21725	36294	Id=39897

				12:04:12				
9	ILS	RETURN	Biblioteca	07/01/2014 12:04:12	00:00:01	21725	36294	Id=87817
10	ILS	RETURN	Biblioteca	07/01/2014 12:04:12	00:00:02	21725	36294	Id=101900
11	ILS	LOAN	Biblioteca	07/01/2014 12:05:01	00:00:02	21725	36294	Id=31833
12	ILS	LOAN	Biblioteca	07/01/2014 12:12:21	00:00:02	21725	36294	Id=41451
13	ILS	LOAN	Biblioteca	07/01/2014 12:12:21	00:00:02	21725	36294	Id=99561
14	ILS	LOAN	Biblioteca	07/01/2014 12:12:21	00:00:02	21725	36294	Id=46922
15	ILS	LOAN	Biblioteca	07/01/2014 12:12:21	00:00:02	21725	36294	Id=38495
16	ILS	LOAN	Biblioteca	07/01/2014 12:12:21	00:00:02	21725	36294	Id=101815
17	U-Library	SEARCH	Casa	07/01/2014 21:15:17	00:00:12	21725		*:medicina
18	U-Library	VIEW	Casa	07/01/2014 21:15:55	00:00:02	21725		Id=103439
19	BDU	VIEW	Casa	07/01/2014 21:16:15	00:00:02	21725		Id=103439
20	BDU	DOWNLOAD	Casa	07/01/2014 21:16:19	00:00:15	21725		Id=103439
21	U-Library	VIEW	Casa	07/01/2014 21:18:12	00:00:02	21725		Id=103494
22	BDU	VIEW	Casa	07/01/2014 21:18:15	00:00:02	21725		Id=103494
23	BDU	DOWNLOAD	Casa	07/01/2014 21:19:19	00:00:25	21725		Id=103494
24	U-Library	SEARCH	Casa	08/01/2014 08:11:07	00:00:09	21725		*:medicina
25	U-Library	VIEW	Casa	08/01/2014 08:11:46	00:00:01	21725		Id=31833
26	U-Library	RESERVE: Solicitada	Casa	08/01/2014 08:12:36	00:00:05	21725		Id=31833
27	ILS	RESERVE: Comunicada	Trabalho	08/01/2014 10:02:53	00:00:01	21725	36294	Id=31833
28	U-Library	RATTING:5	Casa	09/01/2014 08:11:53	00:00:01	21725		Id=102693
29	U-Library	RATTING:3	Casa	09/01/2014 08:12:17	00:00:01	21725		Id=41423
30	U-Library	RATTING:3	Casa	09/01/2014 08:13:00	00:00:01	21725		Id=41350
31	U-Library	RATTING:4	Casa	09/01/2014 08:13:19	00:00:01	21725		Id=47744

Fonte: Elaborado pelo autor.

A trilha do *Cliente 2* possui 3.850 registros, abrangendo cerca de 6 anos e 7 meses de atividade. A experimentação utilizando a identificação do *Cliente 2* iniciou às 9h e 23 minutos da manhã do dia 20/01/2014, quando em seu trabalho foi recebida a notificação de disponibilidade de uma reserva, que havia sido previamente solicitada (registro de trilha número 1). Esta notificação foi disparada pelo ILS da biblioteca, através do protocolo de interoperabilidade IPUL. O agente de interoperabilidade recebeu esta notificação e entregou-a ao assistente pessoal.

O perfil de interesse do *Cliente 2* apresenta-se inicialmente conforme apresentado na Figura 73.

Figura 73: Perfil inicial do *Cliente 2*.

Tipo	Radical	Relevância	Termos Relacionados
Assunto	FISIOTERAP	66,67%	fisioterapia
Assunto	MEDICIN	66,26%	medicine; medicinas; medicines; medicina; medicinias; medicin
Hora	13	66,67%	13h
Hora	22	51,05%	22h
Hora	17	34,9%	17h
Hora	18	29,32%	18h
Hora	19	25,74%	19h
Dia da Semana	Monday	66,67%	Segunda-feira
Dia da Semana	Tuesday	31,38%	Terça-feira
Formato	IMPRESSO	66,67%	impresso
Idioma	POR	66,67%	Português
Localização	geo:-51.9564347;-29.4439231	66,67%	Localização Geográfica
Localização	geo:-52.2064261;-29.0724878	45,85%	Localização Geográfica
Tipo	LIVRO	66,67%	livro
Ano	2003	66,67%	2003
Ano	2004	64,95%	2004

Fonte: Elaborado pelo autor.

O *Cliente 2* deslocou-se até a biblioteca após as 13h, na qual efetuou a retirada de sua reserva (registro de trilha número 2). A atividade de empréstimo foi registrada no ILS da biblioteca, de modo que esta atividade foi informada ao *U-Library* através de um serviço do protocolo IPUL. O agente de interoperabilidade recebeu o registro e encaminhou-o ao módulo de trilhas.

O *Cliente 2* também realiza a busca pelos termos "medicina pediátrica" e "pediatria", efetuando a visualização de 7 recursos e registrando o empréstimo de 3 diretamente de seu dispositivo móvel, conforme apresenta os registros de trilha de números 3 até 14. As buscas

realizadas através do assistente pessoal do *U-Library* são personalizadas, conforme apresentado pelo diagrama de sequência da Figura 28. As ações de visualização de recursos e reserva são registradas na trilha do usuário. Os empréstimos realizados através do assistente pessoal são registrados no ILS da biblioteca através de uma requisição a um serviço que é efetuada pelo agente de interoperabilidade.

Mudando sua localização para o local de estudo, o *Cliente 2* realizou uma busca pelo termo "neurologia", sendo que um dos resultados foi visualizado e acessado pelo cliente, direcionando-o até a Biblioteca Virtual Universitária, na qual ficou cerca de 26 minutos efetuando a leitura do recurso (registros de trilha números 15, 16 e 17). A busca efetuada é processada conforme apresentado pelo diagrama de sequência da Figura 28. A ação de visualização do recurso foi registrada na trilha do usuário. A ação de leitura do recurso é informada pela Biblioteca Virtual Universitária ao *U-Library* através do protocolo IPUL. O agente de interoperabilidade recebe estes registros e encaminha para o módulo de trilhas.

Ainda a partir do local de estudo, realizou-se mais duas buscas pelos termos "neuro" e "neurologia". Dos resultados recuperados, 5 recursos foram visualizados pelo *Cliente 2*, sendo que os dois primeiros direcionaram-no para a base de dados *SciELO* (registros de trilha números 18 até 21). O terceiro recurso direcionou o *Cliente 2* até a Biblioteca Virtual Universitária, na qual ficou cerca de 11 minutos realizando a leitura do mesmo (registros de trilha números 22 e 23). Foi realizada uma reserva de outro recurso (registros de trilha números 24, 25 e 26). A busca efetuada é processada conforme apresentado pelo diagrama de sequência da Figura 28. As ações de visualização de recursos foram registradas na trilha do usuário. A ação de leitura de recursos é informada pela Biblioteca Virtual Universitária ao *U-Library* através do protocolo IPUL. O agente de interoperabilidade recebe estes registros e encaminha para no módulo de trilhas. As atividades realizadas diretamente na *SciELO* não foram registradas no *U-Library*, visto que não foi feita uma integração utilizando o protocolo IPUL com esta base de dados.

No dia seguinte, a reserva solicitada pelo *Cliente 2* foi comunicada através do assistente pessoal (registro de trilha número 27). Algumas horas depois, o *Cliente 2* dirigiu-se até a biblioteca, efetuando a retirada do material reservado (registro de trilha número 29). A notificação de reserva foi disparada pelo ILS da biblioteca, através do protocolo de interoperabilidade IPUL. O agente de interoperabilidade recebeu esta notificação e entregou-a ao assistente pessoal. A atividade de empréstimo foi registrada no ILS da biblioteca, de modo que esta atividade foi informada ao *U-Library* através de um serviço do protocolo IPUL. O agente de interoperabilidade recebeu o registro e encaminhou-o ao módulo de trilhas.

A Figura 74 apresenta o perfil de interesse do *Cliente 2* após o teste realizado, sendo que pode-se observar discretas alterações no perfil do mesmo. O fato deste cliente estar relacionado a uma grande quantidade de registros de trilha, diminui consideravelmente a sensibilidade a alterações do perfil, visto que proporcionalmente cada atividade passa a possuir uma relevância menor.

Figura 74: Perfil pós-teste do *Cliente 2*.

The screenshot shows the U-Library interface with a table of metadata. The table has four columns: Tipo, Radical, Relevância, and Termos Relacionados. The data is as follows:

Tipo	Radical	Relevância	Termos Relacionados
Assunto	FISIOTERAP	66,67%	fisioterapia
Assunto	MEDICIN	65,76%	medicine; medicinas; medicines; medicina; medicinias; medicin
Hora	13	66,67%	13h
Hora	22	50,91%	22h
Hora	17	34,19%	17h
Hora	18	28,72%	18h
Hora	19	25,81%	19h
Dia da Semana	Monday	66,67%	Segunda-feira
Dia da Semana	Tuesday	30,84%	Terça-feira
Formato	IMPRESSO	66,67%	impresso
Idioma	POR	66,67%	Português
Localização	geo:-51.9564347;-29.4439231	66,67%	Localização Geográfica
Localização	geo:-52.2064261;-29.0724878	46,49%	Localização Geográfica
Tipo	LIVRO	66,67%	livro
Ano	2003	66,67%	2003
Ano	2004	65,22%	2004
Ano	2002	61,27%	2002

Fonte: Elaborado pelo autor.

Devido às pequenas alterações ocorridas no perfil de interesse do *Cliente 2*, forçou-se a entrega de uma recomendação a partir da inserção de um novo recurso na base de dados de recursos do *U-Library*. Para este novo recurso, foram utilizados metadados fictícios e que estavam presentes no perfil de interesse do *Cliente 2*, de modo a ocasionar o acionamento do processo de recomendação. A Figura 75 apresenta a recomendação recebida na lista de notificações do *U-Library* (registro de trilha número 29). O módulo de recursos notificou o agente de recomendação sobre a disponibilidade de um novo recurso. O agente de recomendação obteve os dados do recurso e verificou a quais clientes este novo recurso poderia ser recomendado, de modo a solicitar a entrega da recomendação através do assistente pessoal.

Figura 75: Notificações - recomendação recebida no teste do *Cliente 2*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12: Resumo da trilha registrada para os testes do *Cliente 2*.

Nº	Sistema	Atividade	Localização	Tempo	Duração	Entidade		
						Cliente	Bibliotecário	Recurso
1	ILS	RESERVE: Comunicada	Trabalho	20/01/2014 09:23:41	00:00:01	70221	36294	Id=84928
2	ILS	LOAN	Biblioteca	20/01/2014 13:14:05	00:00:02	70221	36294	Id=84928
3	U-Library	SEARCH	Biblioteca	20/01/2014 13:17:13	00:00:04	70221		*:medicina pediátrica
4	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014 13:17:45	00:00:01	70221		Id=40594
5	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014 13:17:59	00:00:01	70221		Id=41703
6	U-Library	LOAN	Biblioteca	20/01/2014 13:18:23	00:00:02	70221		Id=41703
7	U-Library	SEARCH	Biblioteca	20/01/2014 13:19:01	00:00:03	70221		*:pediatria
8	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014	00:00:01	70221		Id=37380

				13:19:10				
9	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014 13:19:26	00:00:01	70221		Id=27952
10	U-Library	LOAN	Biblioteca	20/01/2014 13:19:52	00:00:02	70221		Id=37380
11	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014 13:20:05	00:00:01	70221		Id=26134
12	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014 13:20:24	00:00:01	70221		Id=43079
13	U-Library	VIEW	Biblioteca	20/01/2014 13:20:47	00:00:01	70221		Id=94840
14	U-Library	LOAN	Biblioteca	20/01/2014 13:21:03	00:00:02	70221		Id=94840
15	U-Library	SEARCH	Estudo	20/01/2014 19:38:02	00:00:05	70221		*=neurologia
16	U-Library	VIEW	Estudo	20/01/2014 19:40:07	00:00:01	70221		Id=105304
17	Biblioteca Virtual Universitária	READ	Estudo	20/01/2014 19:40:32	00:26:31	70221		Id=105304
18	U-Library	SEARCH	Estudo	20/01/2014 19:51:42	00:00:03	70221		*=neuro
19	U-Library	VIEW	Estudo	20/01/2014 19:52:04	00:00:02	70221		Id=103682
20	U-Library	SEARCH	Estudo	20/01/2014 22:09:07	00:00:03	70221		*=neurologia
21	U-Library	VIEW	Estudo	20/01/2014 22:09:21	00:00:01	70221		Id=223580
22	U-Library	VIEW	Estudo	20/01/2014 22:11:28	00:00:02	70221		Id=103682
23	Biblioteca Virtual Universitária	READ	Estudo	20/01/2014 22:11:57	00:11:56	70221		Id=103682
24	U-Library	VIEW	Estudo	20/01/2014 22:12:54	00:00:01	70221		Id=223603
25	U-Library	VIEW	Estudo	20/01/2014 22:13:12	00:00:01	70221		Id=58968
26	U-Library	RESERVE: Solicitada	Estudo	20/01/2014 22:13:26	00:00:02	70221		Id=58968
27	ILS	RESERVE: Comunicada	Trabalho	21/01/2014 08:15:06	00:00:01	70221	36294	Id=58968
28	ILS	LOAN	Biblioteca	21/01/2014 13:42:41	00:00:02	70221	36294	Id=58968
29	U-Library	RATTING:5	Casa	21/01/2014 15:00:01	00:00:01	70221		Id=270835

Fonte: Elaborado pelo autor.

De modo geral, durante o experimento realizado com o *Cliente 1* e *Cliente 2*, pode-se observar um funcionamento adequado do protótipo implementado. O protótipo atendeu as

expectativas de funcionamento, realizando a entrega de notificações e recomendações de recursos, efetuando a personalização de resultados das buscas, atendendo a solicitações de serviços, armazenando novos registros de trilha e agindo na atualização dos perfis dos usuários.

5.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo apresentou os aspectos de implementação e avaliação do protótipo do modelo *U-Library*. A implementação de um protótipo teve por objetivo possibilitar a realização de experimentos em um ambiente real de biblioteca, resultando na avaliação do modelo. Com base na experimentação e avaliações realizadas pelo pesquisador e voluntários, abrangendo a utilização, facilidade de uso, percepção de utilidade e qualidade das recomendações, observa-se uma boa aceitação do modelo proposto.

O próximo capítulo trata das considerações finais desta dissertação, apresentando as contribuições alcançadas e trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões acerca do trabalho desenvolvido (Seção 6.1), contribuições presentes no modelo *U-Library* (Seção 6.2) e sugestões para trabalhos futuros (Seção 6.3).

6.1 Conclusões

Esta dissertação apresentou a especificação, implementação e avaliação do *U-Library*, um modelo para suporte a bibliotecas ubíquas. Conceitos relacionados à computação ubíqua, agentes de software e bibliotecas foram apresentados no Capítulo 2. O Capítulo 3 elencou trabalhos relacionados, que permitiram identificar características relevantes a bibliotecas ubíquas, assim como contribuíram para definição do modelo *U-Library*, que foi especificado e detalhado no Capítulo 4. Um protótipo contendo as principais funcionalidades propostas foi implementado de modo a permitir a avaliação do modelo na Biblioteca da UNIVATES, fazendo uso de dados reais de recursos e atividades de usuários. A experimentação realizada avaliou a entrega de recomendações, cenários de utilização e aspectos de usabilidade e utilidade do *U-Library*, conforme detalhado no Capítulo 5.

Os resultados obtidos no teste de facilidade de uso apontaram uma concordância total de 100% dos voluntários participantes da avaliação, demonstrando total aceitação do modelo proposto.

Com relação ao teste de percepção de utilidade do *U-Library*, os resultados demonstraram que o modelo proposto teve boa aceitação por parte dos voluntários, visto que a soma geral das concordâncias dos clientes e bibliotecários atingiram 97% e 99%, respectivamente.

O teste de entrega e avaliação de recomendações apresentou-se satisfatório visto que as recomendações entregues atingiram 89% de aceitação no que se refere à abordagem de filtragem baseada em conteúdo e 69% de aceitação na abordagem baseada em filtragem colaborativa. Os resultados demonstraram também a necessidade de aprimorar as técnicas utilizadas para recomendação de recursos. Entretanto, as limitações ocasionadas pela utilização de um ambiente simulado podem ter influenciado na baixa pontuação atribuída a algumas recomendações, visto que limita a percepção da relevância das recomendações por basear-se em contextos passados dos clientes.

Um teste estendido das funcionalidades do protótipo também foi realizado, sendo o mesmo conduzido pelo próprio pesquisador, de modo a simular a utilização do *U-Library* durante o período de cerca de 3 dias. O teste realizado demonstrou adequado funcionamento do protótipo, no que tange o fluxo de dados e utilização das diversas funcionalidades presentes no mesmo.

A especificação do *U-Library* mostrou a viabilidade da criação de um modelo abrangendo aspectos que mostraram-se relevantes para o suporte a bibliotecas ubíquas, como a utilização de trilhas, definição de perfis dinâmicos, recomendação e suporte a clientes e bibliotecários. Para tal, foi necessário contar com o suporte de tecnologias de modelagem de agentes de software e a especificação de ontologias de contextos e perfis de entidades.

6.2 Contribuições

A partir dos trabalhos relacionados, apresentados no capítulo 3, pode-se observar que nenhum deles atende a todos os aspectos avaliados no suporte a bibliotecas ubíquas. O *U-Library* apresenta como diferenciais o suporte ao bibliotecário, utilização de trilhas e suporte a recursos, físicos e digitais, gerenciados pela biblioteca em conjunto com os disponibilizados por terceiros.

O suporte ao bibliotecário é um aspecto que não foi atendido por nenhum dos trabalhos relacionados, mas que possui relevância para manutenção dos recursos e serviços de uma biblioteca.

A utilização de trilhas é um aspecto que merece destaque, pois é comum que bibliotecas possuam bases de dados com históricos de serviços fornecidos aos usuários, de modo que estas informações possam ser convertidas em uma base de trilhas, permitindo a construção de perfis e captura de informações relevantes aos serviços prestados por uma biblioteca.

O suporte a tipos de conteúdos ganha importância na medida em que objetiva-se possibilitar a oferta unificada de todos os recursos e serviços disponibilizados por uma biblioteca, visto que é comum a assinatura ou disponibilização de bases de dados de terceiros.

A Tabela 13 apresenta um comparativo dos modelos propostos dos trabalhos relacionados com o modelo *U-Library*.

Tabela 13: Comparativo entre os trabalhos relacionados e o *U-Library*.

Modelo / Aspecto	Guerra e Silva (2008)	Son, Shin e Shin (2008)	Ching-Bang (2010)	Buchanan (2010)	Hahn (2011)	Borrego-Jaraba, Ruiz e Gómez-Nieto (2012)	U-Library
Sensível ao contexto	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Perfis dinâmicos	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim
Suporte ao cliente	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte ao bibliotecário	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Recomendação	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Utilização de trilhas	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Conteúdo	Físico	Digital próprio	Físico	Físico / Digital próprio	Físico / Digital próprio	Físico	Físico / Digital próprio e de terceiros
Domínio	Genérico	Biblioteca	Biblioteca / Ensino	Biblioteca	Biblioteca	Biblioteca / Ensino	Biblioteca

Fonte: Elaborado pelo autor.

Frente a isto, esta dissertação especifica o modelo *U-Library* e seus componentes, buscando atender a todos os aspectos avaliados no suporte a bibliotecas ubíquas. No modelo proposto, a computação ubíqua e demais tecnologias são utilizadas como ferramentas para aproximar os recursos e serviços disponibilizados por uma biblioteca. Desta forma, objetiva-se tornar seus recursos e serviços disponíveis em qualquer lugar e a qualquer momento, trazendo mudanças significativas no modo como as bibliotecas fazem-se presentes no dia a dia dos usuários.

A partir do modelo proposto nesta dissertação obteve-se uma publicação em evento e submeteu-se um artigo para publicação em periódico:

- VALMORBIDA, Willian; BARBOSA, Jorge L. V. U-Library: Um Modelo para Suporte a Bibliotecas Ubíquas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO UBÍQUA E PERVASIVA, 5., 2013, Maceió. **Anais...** Maceió: SBC, 2013.
- VALMORBIDA, Willian; BARBOSA, Jorge L. V. A Proposal to Support Ubiquitous Libraries. **Journal of Applied Computing Research**. [ACEITO]

6.3 Trabalhos futuros

O *U-Library* consiste em uma proposta que pode ser aperfeiçoada em diversas frentes, de modo que esta seção elenca algumas oportunidades de trabalhos futuros, que foram observadas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, com vistas a ampliar e aperfeiçoar o modelo proposto.

As avaliações aplicadas ao *U-Library* foram baseadas em um ambiente controlado, fato que limitou os testes realizados pela impossibilidade de se obter o contínuo fluxo de dados da biblioteca. Desta forma, uma avaliação ideal envolveria obter em tempo real o fluxo de dados da biblioteca de modo a permitir por a prova o protótipo por um período mais longo com a participação de voluntários. A avaliação também pode ser expandida de modo a avaliar aspectos de consumo de recursos e desempenho do dispositivo móvel e do servidor.

Durante a experimentação do protótipo foram recebidas algumas sugestões dos voluntários, sendo que dentre elas destacam-se a utilização de um leitor de código de barras acoplado ao dispositivo móvel, ou mesmo da câmera do dispositivo para identificação de código de barras. Como a Biblioteca da UNIVATES está passando por um processo de modernização dos serviços através da implantação de controle de acesso e automação por RFID, como trabalho futuro surge a possibilidade da utilização de um leitor de RFID acoplado ao dispositivo móvel, de modo a facilitar a entrada de dados no manuseio de recursos.

Tecnologias específicas para implementação de agentes, como a linguagem de programação *AgentSpeak(L)*, serão utilizadas para implementação dos agentes de software do *U-Library*, visto que sua utilização deve resultar em maior autonomia nos processos de decisão dos agentes.

Pretende-se aperfeiçoar a estrutura e a técnica utilizada para definição de perfis de usuários, visto que a atual especificação não atende o cruzamento de interesses e demonstrou-se custosa para grandes quantidades de registros de trilha. Para isso objetiva-se reestruturar as ontologias de perfis de usuários, assim como avaliar o emprego de técnicas de inteligência artificial para auxiliar no processamento das trilhas de usuários.

Outras abordagens para recomendação de recursos, como a filtragem híbrida, deverão ser exploradas, buscando atingir melhor precisão e satisfação aos usuários.

Pretende-se empregar tecnologias para armazenamento e processamento de ontologias para suporte as bases de trilhas, perfis e metadados de recursos.

A base de metadados de recursos é formada por recursos de múltiplos idiomas, de modo a dificultar a recuperação de informações, definição de perfis e realização de

recomendações, através de técnicas baseadas em palavras-chave. Para sanar esta problemática pretende-se estudar e implementar metodologias de recuperação de informação multilíngue.

Pretende-se também realizar a implementação completa do modelo com vistas a possibilitar a real implantação da tecnologia na Biblioteca da UNIVATES, assim como propor sua experimentação e aplicação na Biblioteca da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

REFERÊNCIAS

3M. Disponível em: <<http://www.3m.com>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

ACM. Disponível em: <<http://dl.acm.org>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma Visão Geral sobre Ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação**, [S.l.], v. 32, p. 7-20, 2003.

BAUER, Bernhard; ODELL, James. **UML 2.0 and Agents**: How to Build Agent-based Systems with the new UML Standard. *Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 18, 2005. p. 141-157.

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BORREGO-JARABA, Francisco; RUIZ, Irene Luque; GÓMEZ-NIETO, Miguel Ángel. NFC Solution for Access to Bibliographic Sources. In: *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2012 IEEE, 2012. Marrakech. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2012. p. 1-7. (EDUCON).

BUCHANAN, George. The Fused Library: Integrating Digital and Physical Libraries with Location-Aware Sensors. In: *Annual joint conference on Digital libraries*, 10., 2010, Nova York. **Proceedings...** ACM, 2010. p. 273-282. (JCDL '10).

CAPES. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

CARREIRA, Ricardo et al. Evaluating adaptive user profiles for news classification. In: *International conference on Intelligent user interfaces*, 9. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2004.

CAZELLA, S. C.; NUNES, M. A.; REATEGUI, E. **A Ciência da Opinião**: Estado da arte em Sistemas de Recomendação. In: CARVALHO, A.; KOWALTOWSKI, T. (Orgs.). *Jornada de Atualização em Informática da SBC*. Rio de Janeiro: Editora da PUC Rio, 2010.

CHING-BANG, Yao. Personalized guidance and Ubiquitous learning in Intelligent Library with Multi-Agent. In: *International Conference on Computer and Automation Engineering*, 2., 2010, Singapore. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2010. p. 578-582. (ICCAE).

CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE OCUPAÇÕES. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

COLLEGE Students' Perceptions of Libraries and Information Resources: a Report to the OCLC Membership. Ohio: OCLC, 2006. Disponível em: <<http://www.oclc.org/reports.en.html>>. Acesso em: 21 ago. 2013.

COWIE, J.; LEHNERT, W. Information Extraction. **Communications of the ACM**, New York: v. 39, p. 80-91, 1996.

CRISTANI, M.; CUEL, R. A survey on ontology creation methodologies. **International Journal on Semantic Web & Information Systems**, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 49-69, 2005.

DAVIS, F. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. **MIS Quaterly**, v. 13, n. 3, p. 319-340, set. 1989.

DEY, A. Understanding and Using Context. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 6, n. 1, 2001. p. 4-7.

DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA. Disponível em: <<http://www.priberam.pt>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

DONATH, J. S. **Being real**: Questions of tele-identity. Ken Goldberg, editor, *The Robot in the Garden: Telerobotics and Telepistemology in the Age of the Internet*, 2000.

DRIVER, C.; CLARKE, S. Hermes: a software framework for mobile, context-aware trails. IN: Workshop on computer support for human tasks and activities ate pervasive, 4., 2004. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2004.

DSPACE. Disponível em: <<http://www.dspace.org>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1**: Reference Description. 1999. Disponível em: <<http://www.dublincore.org/documents/1999/07/02/dces>>. Acesso em: 16 ago. 2010.

EPRINTS. Disponível em: <<http://www.eprints.org>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

EXLIBRIS. Disponível em: <<http://www.exlibrisgroup.com/category/Aleph>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

FEDORACOMMONS. Disponível em: <<http://fedora-commons.org>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

FERREIRA, Sueli Mara Soares Pinto. Repositório institucional em comunicação: o projeto Reposcom implementado junto à Federação de Bibliotecas Digitais em Ciências da Comunicação. **Encontros Bibli**: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, n. esp., 1º sem. 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/459/453>>. Acesso em: 09 ago. 2010.

FILHO, G. A. de A. C. **Ferramenta para o Suporte do Mapeamento da Modelagem Organizacional em i* para UML**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática. 2001.

GHORAB, M. Rami et al. Personalised Information Retrieval: survey and classification. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v. 23, n. 4, p. 381-443, 2013.

GIDDENS, A. **Modernity and self-identity**: self and society in the late modern age. Stanford: Stanford university Press, 1991.

GILLILAND-SWETLAND, A. J. La definición de los metadatos. In: BACA, M.; GILL, T. **Introducción a los metadatos: vías a la información digital**. [S. l.]: GETTY, 1999. p. 1-9.

GONÇALVES, Edson. **Desenvolvendo aplicações Web com JSP, Servlets, JavaServer Faces, Hibernate, EJB 3 Persistence e AJAX**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

GONÇALVES, Maria Carolina. **A indexação em catálogos on-line em bibliotecas universitárias na percepção de usuários integrantes de grupos de pesquisa: uma contribuição ao desenvolvimento de política de indexação na rede de bibliotecas da UNESP**. 2008. 78 f. Dissertação, Marília, 2008. Disponível em: <http://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/goncalves_mc_me_mar.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2010.

GUERRA, Crhistian; SILVA, Flavio. SemanticWeb Services for Smart Environments. In: IEEE International Conference on Computational Science and Engineering, 11., 2008, São Paulo. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008. p. 281-287. (CSEWORKSHOPS '08).

HAHN, Jim. Location-based recommendation services in library book stacks. **Reference Services Review**, v. 39, n. 4, 2011. p. 654-674.

HARVESTING Repository Data and OAI-PMH. 2011. Disponível em: <<http://www.rsp.ac.uk/grow/registration/harvesting/>>. Acesso em: 29 ago. 2011.

HERLOCKER, J.; KONSTAN, J.; RIEDL, J. Explaining Collaborative Filtering Recommendations. In: ACM conference on Computer supported cooperative work, 2000, **Proceedings...** ACM, 2000.

HONG, Jongyi. Context-aware system for proactive personalized service based on context history. **Expert Systems with Applications**. v. 36, p. 7448-7457, 2009.

HUANCHENG, Liu; MIAOLEI, Zheng. The research of library innovation service under ubiquitous environment. In: International Conference on Uncertainty Reasoning and Knowledge Engineering, 2011, Bali. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2011. p. 111-114. (URKE).

IBICT. Disponível em: <<http://bdtd.ibict.br>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

IEEE. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

IFLA. **Functional Requirements for Bibliographic Records**: Final Report. IFLA, 2009. Disponível em: <http://archive.ifla.org/VII/s13/frbr/frbr_2008.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2013.

KELLY, Diane; TEEVAN, Jaime. Implicit feedback for inferring user preference. **SIGIR Forum**, v. 37, n. 2, p. 18-28, 2003.

LAI, Chin-Hui; LIU, Duen-Ren. Integrating knowledge flow mining and collaborative filtering to support document recommendation. **Journal of Systems and Software**, v. 82, n. 12, p. 2023-2037, 2009.

LI, Lili. Building the Ubiquitous Library in the 21st Century. In: World Library and Information Congress: IFLA Genetal Conference and Council, 72., 2006, Seoul. **Proceedings...** 140 Science and Technology Libraries with Information Technology, 2006.

LIBRARY OF CONGRESS. **MARC to Dublin Core Crosswalk**. Washington: Library of Congress, 2008. Disponível em: <<http://www.loc.gov/marc/marc2dc.html>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, n. 140, 1932, p. 1-55.

LIU, Duen-Ren; LAI, Chin-Hui; CHEN, Ya-Tign. Document Recommendations Based on Knowledge Flows: A Hybrid of Personalized and Group-Based Approaches. **Journal of the american society for information science and technology**, v. 63, n. 10, p. 2100-2117, 2012.

LIU, Lizhen et al. User Personalized Services Based on Semantic Web for Pervasive Computing. In: International Conference on Pervasive Computing and Applications, 3., 2008, Alexandria. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008. p. 284-287. (ICPCA 2008).

LIU, Xiaozhong; TURTLE, Howard. Real-Time User Interest Modeling for Real-Time Ranking. **Journal of the american society for information science and technology**, v. 64, n. 8, p. 1557-1576, 2013.

MARCONDES, Carlos Henrique; SAYÃO, Luís Fernando. Documentos digitais e novas formas de cooperação entre sistemas de informação em C&T. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 42-54, set./dez. 2002. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/149/128>>. Acesso em: 06 ago. 2010.

MARTINS, Ana Bela; RODRIGUES, Eloy; NUNES, Manuela Barreto. **Repositórios de informação e ambientes de aprendizagem**: criação de espaços virtuais para a promoção da literacia e da responsabilidade social. Disponível em: <<http://www.rbe.min-edu.pt/news/newsletter3/repositorios.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2011.

MAYRHOFER, Rene. Context prediction based on context histories: Expected benefits, issues and current state-of-the-art. In: International workshop on exploiting context histories in smart environments, 1., 2005. **Proceedings...** 2005.

MILANI, A. **Postgresql**: guia do programador. São Paulo: Novatec, 2008.

MINAMI, Toshiro. Expertise Level Estimation of Library Books by Patron-Book Heterogeneous Information Network Analysis: Concept and Applications to Library's Learning Assistant Service. In: International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 26., 2012. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2012.

MINHA BIBLIOTECA. Disponível em: <<http://www.minhabiblioteca.com.br>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

MULTISYSTEMS. Disponível em: <<http://www.multisystems.com.br>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

MULVENNA, M. D.; ANAND, S. S.; BÜCHNER, A. G. Personalization on the Net using Web mining: introduction. **Commun. ACM**, New York, v. 43, ago. 2000. p. 122-125.

NISO. **Z39.50: A Primer on the Protocol**. Bethesda: NISO Press, 2002. Disponível em: <www.niso.org/publications/press/Z3950_primer.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2011.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. Disponível em: <<http://www.uml.org/>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

OPENBIBLIO. Disponível em: <<http://obiblio.sourceforge.net>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

OPENSEARCH.ORG. Disponível em: <<http://www.opensearch.org>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

PEARSON. Disponível em: <<http://www.bvirtual.com.br>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

PEDROZA, F. P. et al. Ferramentas para Suporte do Mapeamento da Modelagem i* para a UML: eXtended GOOD - XGOOD e GOOSE. In: WER, 2004. **Proceedings...** 2004. p. 164-175.

PERCEPTIONS of Libraries, 2010 Context and Community: A Report to the OCLC Membership. Ohio: OCLC, 2011. Disponível em: <http://www.oclc.org/worldwide/en_us/reports/2010perceptions.html>. Acesso em: 22 ago. 2013.

PERGAMUM. Disponível em: <<http://www.pergamum.pucpr.br>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

POO, Danny; CHNG, Brian; GOH, Jie-Mein. A hybrid approach for user profiling. In: Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 36., 2003. **Proceedings...** Washington: IEEE Computer Society, 2003. (HICSS'03)

PORTER, M. F. **Readings in information retrieval**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1997.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter; SOUZA, Vendenberg D. de. Inteligência artificial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SAKAMURA, Ken; KOSHIZUKA, Noboru. Ubiquitous Computing Technologies for Ubiquitous Learning. In: International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2005. p. 11-20. (WMTE 2005).

SALTON, G.; MCGILL, J. M. **Introduction to Modern Information Retrieval**. McGraw Hill, New York, 1983.

SATYANARAYANAN, M. Pervasive Computing: vision and challenges. **IEEE Personal Communications**, v. 8, 2001. p. 10-17.

SCIELO. Disponível em: <<http://www.scielo.org>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

SIDEK, Indahsah Haji. Ubiquitous Library: Strategizing Information Delivery Services to Connect Communities in a Knowledge Society. **MyConvergence**, Selangor, v. 4, n. 1, p. 43-49, 2010.

SILVA, J. et al. Content distribution in trail-aware environments. **Journal of the Brazilian Computer Society**, [S.l.], v. 16, p. 163–176, 2010.

SOLIS. Disponível em: <<http://www.solis.org.br/projetos/gnuteca>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

SON, Minwoo; SHIN, Dongkyoo; SHIN, Dongil. An XML based User Context Language for Personalized Service in Ubiquitous Digital Library. In: International Conference on Advanced Language Processing and Web Information Technology, 2008, Dalian Liaoning. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008. p. 367-372. (ALPIT '08).

SOUZA, Marcia Izabel Fugisawa; ALVES, Maria das Dores Rosa. Representação descritiva e temática de recursos de informação no sistema Agência Embrapa: uso do padrão Dublin Core. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 190-205, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://polaris.bc.unicamp.br/seer/ojs/viewarticle.php?id=209&layout=abstract>>. Acesso em: 02 ago. 2010.

SUDHA, R. et al. Ubiquitous Semantic Space: A context-aware and coordination middleware for Ubiquitous Computing. In: International Conference on Communication Systems Software and Middleware, 2., 2007, Bangalore. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2007. p. 1-7. (COMSWARE 2007).

TAYLOR, Mike; DICKMEISS, Adam. Delivering MARC/XML records from the Library of Congress catalogue using the open protocols SRW/U and Z39.50. In: WORLD LIBRARY AND INFORMATION CONGRESS: IFLA GENERAL CONFERENCE AND COUNCIL, 71., 2005, Oslo, Norway. **Anais...** Oslo, Norway: IFLA, 2005. p. 1 - 9. Disponível em: <http://archive.ifla.org/IV/ifla71/papers/065e-Taylor_Dickmeiss.pdf>. Acesso em: 06 set. 2010.

TEMPLE, A. et al. **Jsp, Servlets e J2EE**. c2004. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~bosco/downloads/livro-jsp-servlets-j2ee.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

THE WORLD BANK. Disponível em: <http://info.worldbank.org/etools/kam2/KAM_page5.asp>. Acesso em: 06 mar. 2013.

TROPOS. Disponível em: <<http://troposproject.org>>. Acesso em: 17 set. 2012.

TVEIT, Amund. **A survey of Agent-Oriented Software Engineering**. First NTNU CSGSC, 2001.

VERONIKIS, Spyros et al. Using Handhelds to Search in Physical and Digital Information Spaces. In: International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, 2., 2008. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008. p. 225-230. (UBICOMM '08).

VIVIANI, M.; BENNANI, N.; EGYED-ZSIGMOND, E. A Survey on User Modeling in Multi-Application Environments. In: International conference on advances in human-oriented and personalized mechanisms, technologies, and services, 3., 2010. **Proceedings...** 2011. (CENTRIC'10)

W3C. **Geolocation API Specification**. c2012. Disponível em:

<<http://www.w3.org/TR/geolocation-API/>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

WEIBEL, S. The Dublin core: a simple content description model for electronic resources.

Bulletin of the American Society for Information Science, out./nov. 1997. Disponível em:

<http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3633/is_199710/ai_n8767908>. Acesso em: 16 ago. 2010.

WEISER, Mark. The Computer for the 21st Century. **Scientific America**, v. 265, n. 3, set. 1991.

WHITE, Ryen W.; KELLY, Diane. A Study on the Effects of Personalization and Task Information on Implicit Feedback Performance. In: Conference on Information and knowledge management, 15., 2006. **Proceedings...** New York: ACM, 2006. (CIKM '06)

WIEDEMANN, Tiago; BARBOSA, Jorge L. V.; RIGO, Sandro J. Um Modelo para Recomendação de Objetos de Aprendizagem Baseado em Similaridade de Sessões. In: Simpósio Brasileiro de Informática da Educação, 14., 2013. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2013. p. 878-887.

WOOLDRIDGE, Michael J. **An Introduction to Multi-Agent Systems**. John Wiley & Sons, 2002.

WORLDCAT. Disponível em: <<http://www.worldcat.org>>. Acesso em: 18 ago. 2012.

WU, I-Chin; LIU, Duen-Ren; CHANG, Pei-Cheng. Learning Dynamic Information Needs: A Collaborative Topic Variation Inspection Approach. **Journal of the american society for information science and technology**, v. 60, n. 12, p. 2430-2451, 2009.

YOON, Cheolho; KIM, Sanghoon. Convenience and TAM in a ubiquitous computing environment: The case of wireless LAN. **Electronic Commerce: Research and Applications**, v. 6, n. 1, p. 102-112, jan. 2007.

YU, Eric. **Modeling Strategic Relationships for Process Reengineering**. Tese de doutorado, University of Toronto, Department of Computer Science. 1995.