

A interoperação com repositórios digitais: protocolos e exemplos

Alessandra Pereira Rodrigues

Professora do Instituto Federal Sul-rio-grandense – Pelotas. Doutoranda em informática na educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre em ciência da computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

E-mail: ale@ufrgs.br

Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Professora titular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutora em engenharia elétrica/sistema digitais pela Universidade de São Paulo. Mestre em ciências da computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

E-mail: liane@penta.ufrgs.br

Marcelo Augusto Rauh Schmitt

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Porto Alegre. Doutor em informática na educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

E-mail: marcelo.schmitt@poa.ifrs.edu.br

Sílvio César Cazella

Professor adjunto da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Doutor em ciência da computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

E-mail: silvioc@ufcspa.edu.br

Resumo

Com a evolução das tecnologias, surgiram protocolos de comunicação para tornar viável a interoperação entre sistemas heterogêneos, permitindo intercâmbio de informação entre eles e tornando possível o acesso aos serviços e informações desejados a partir de um ponto de contato. Isto facilitou e agilizou o processo de recuperação da informação. Bibliotecas e repositórios são exemplos de sistemas de informação construídos inicialmente de forma independente e que passaram a ser integrados para facilitar o acesso a acervos de conteúdos digitalmente disponibilizados. Esses tipos de sistemas necessitam ser integrados entre si e com outros sistemas. Este artigo traz um panorama dos protocolos utilizados para prover a interoperação entre sistemas, em especial de bibliotecas, seguido da apresentação de soluções adotadas para prover a integração de repositórios digitais entre si e com outros sistemas. Um exemplo de interação entre repositórios formando uma federação de repositórios é inicialmente descrito. Outro exemplo envolvendo interoperação entre um repositório e um sistema virtual

de aprendizagem é também apresentado e discutido com mais detalhes.

Palavras-chave

Interoperação. Biblioteca. Repositório Digital.

Interoperation with digital repositories: protocols and examples

Abstract

Before computer networks became pervasive, information systems were designed to be used alone in a department of a company or institution. With the emergence of computer networks, information systems acquired greater potential in terms of access to information, starting to share data and this way avoid redundancy and data inconsistency. However, different systems, implemented with different technologies, continued unable to interoperate. With the technology evolution communication protocols emerged and enabled interoperation between heterogeneous systems making possible information exchange between them and providing users with access to information and services, from one single point of contact. This facilitated and speeded up information retrieval. Libraries and repositories are examples of information systems that have been initially built independently and which are now gradually became integrated to facilitate access to collections of digital content. These types of systems need to be integrated with each other and with other systems. This article presents an overview of protocols used to provide interoperation between library and repository systems and presents some solutions adopted to provide the interoperation of digital. An example of interaction between repositories forming a federation of repositories is first described. Another example involving interoperation between a repository and a virtual learning system is also presented and discussed in more details.

Keywords

Interoperation. Library. Digital Repository.

INTRODUÇÃO

Bancos de dados *on-line* contendo informações bibliográficas ou outras informações importantes estão sendo disponibilizados via Internet e constituem valioso recurso para pesquisadores e professores. O acesso à referência de materiais bibliográficos está sendo substituído pelo acesso a formas digitalizadas dos documentos. Isto minimiza o tempo de recuperação de documentos e, em consequência, aumenta a eficiência na recuperação e a produtividade acadêmica.

A viabilização do acesso *on-line* a acervos bibliográficos iniciou com os trabalhos pioneiros que visavam à integração de sistemas de recuperação e que resultaram em padrões para protocolos orientados à integração, tais como o ANSI Z39.50 (LYNCH, 1990). Este padrão permitiu a integração entre os sistemas referenciais das bibliotecas, incluindo não apenas funções e comandos para recuperação de informações, mas também funções para apoiar operações de empréstimo entre bibliotecas.

A integração entre os sistemas de bibliotecas que começou a ser implantada nos Estados Unidos e em outros países usando tais soluções não se popularizou no Brasil, onde cada biblioteca continua a ser administrada e operada de maneira isolada pelas diferentes instituições acadêmicas ou governamentais. Sob tal paradigma, a pesquisa direta na base referencial de cada instituição exige uma busca específica em seu *site*, e quando ofertado, o acesso público requer a aprendizagem de mecanismos específicos disponíveis naquele contexto.

Algumas soluções integradoras foram implementadas no Brasil, tal como o Programa de Comutação Bibliográfica do Ibict (2005), que oferece uma solução para os pesquisadores na obtenção de materiais que somente possam ser encontrados em bibliotecas remotas. O Comut permite a obtenção de cópias de documentos técnico-científicos disponíveis nos acervos das

principais bibliotecas brasileiras e em serviços de informação internacionais. Entre os documentos acessíveis, encontram-se periódicos, teses, anais de congressos, relatórios técnicos e mesmo partes de documentos.

Embora tal serviço tenha por objetivo básico a aquisição de cópias físicas, a ampliação de oferta de equipamentos para digitalização de documentos está promovendo uma transição no modo como são encaminhados aos interessados, pois transmiti-los digitalmente é bem mais rápido e econômico do que realizar cópias em papel e enviá-las por serviço postal.

Outras soluções advindas da evolução da tecnologia estão sendo implementadas e coleções totalmente digitais têm sido ofertadas aos usuários pelas bibliotecas digitais. Além disso, soluções que envolvem a interoperação entre bibliotecas têm avançado e estão provendo aos usuários a realização de buscas por uma interface única de acesso em vários locais e ao mesmo tempo. No entanto, o gerenciamento de coleções digitais requer o uso de padrões e protocolos responsáveis por promover a interoperabilidade de dados, possibilitando compartilhar dados e documentos em um ambiente integrado. O objetivo deste artigo é discutir a interoperação entre sistemas de bibliotecas, especificamente as digitais, e como se estabelece a comunicação desses com outros sistemas utilizados pela população acadêmica, tais como ambientes virtuais de aprendizagem.

O artigo está organizado em quatro seções. A próxima seção descreve a fase inicial de interoperação entre sistemas de biblioteca, bem como os padrões utilizados. Em seguida, são apresentadas soluções adotadas para prover a integração de repositórios digitais entre si. Na seção subsequente, encontram-se soluções de integração de repositórios digitais com outros sistemas. Por fim, expõem-se as principais conclusões acerca das implementações experimentadas.

PROTOSCOLOS PARA A INTEROPERAÇÃO ENTRE SISTEMAS

Inicialmente faz-se um contraponto entre biblioteca tradicional e biblioteca digital. Conceitualmente, a biblioteca tradicional é aquela que tem a maioria dos itens do seu acervo constituída de documentos em papel. Não há consenso acerca do termo biblioteca digital, mas pode-se dizer que é também conhecida como biblioteca eletrônica ou virtual, e agrega em novo conceito o armazenamento da informação realizada de modo eletrônico e sua disseminação, independentemente da sua localização física ou do seu horário de funcionamento. Nesse contexto estão embutidas a criação, aquisição, distribuição e armazenamento de documentos sob a forma digital.

Os repositórios, diferentemente das bibliotecas, tiveram sua origem na era digital. Com a intenção de melhor explicitar o que entende por repositório, McGreal (2007) propõe organizá-los em três categorias:

- os que armazenam o conteúdo no local;
- os que armazenam somente os metadados;
- e um tipo híbrido que armazena conteúdo e metadados localmente.

O armazenamento nos três tipos de repositórios categorizados por McGreal (2007) se dá em meio digital, tanto das informações sobre cada recurso ou obra, quanto o recurso ou obra em si. O processo de evolução das bibliotecas tradicionais pode ser comparado à evolução dos repositórios digitais. Os repositórios digitais inicialmente funcionavam como referatórios digitais, pois armazenam apenas os metadados e a URL indicando o local de acesso do material digital. As bibliotecas tradicionais no início do processo de digitalização passaram a utilizar sistemas de informação que possuíam a referência do local físico de armazenamento do material na bibliografia. A diferença entre o

referatório e a biblioteca tradicional informatizada é que o conteúdo da biblioteca tradicional poderia ser acessado somente fisicamente, e o referatório disponibiliza o conteúdo em formato digital de modo a poder ser acessado a partir de diferentes locais. Mais tarde, passou a ser feita a digitalização dos conteúdos da biblioteca, e assim, o conteúdo pôde ser também acessado a partir de qualquer local.

Com isso, as bibliotecas tradicionais passaram a operar de modo híbrido, disponibilizando itens do seu acervo em meio físico ou em meio digital, e até mesmo adquirindo outros itens já no formato digital. Atualmente começa a ser frequente a disponibilização *on-line* de teses, dissertação, artigos, periódicos, etc. Outras bibliotecas já nasceram na era digital e todos os seus processos são realizados através da internet. Algumas vantagens nessa transição foram a ampliação do acesso ao acervo, o acréscimo de quantidade maior de materiais, o que era muitas vezes limitado pelo espaço físico. A digitalização facilitou adicionalmente a manutenção e conservação do acervo preservado por meios tecnológicos, entre outras vantagens.

Sayão e Marcondes (2002) já destacavam na década passada que o rompimento de barreiras tecnológicas permitiu o surgimento de novo patamar para os sistemas de bibliotecas, antes orientados basicamente para a recuperação de referências bibliográficas em bases de dados isoladas e textos em papel. A tendência atual segue na direção da recuperação distribuída de objetos digitais – textos completos, imagens em movimento, som, etc – estabelecendo como objetivos a publicação na Internet e a interoperabilidade entre fontes de informação heterogêneas e globalmente distribuídas.

A proliferação de acervos digitais fez surgir a necessidade de integrar informações e reduzir a quantidade de acessos para conseguir determinada informação, e novo esforço tem sido desenvolvido

com o objetivo de alcançar interoperabilidade entre os repositórios digitais. A interoperação é a capacidade de sistemas distintos para comunicar e compartilhar dados entre si. A base para este processo está apoiada naturalmente na comunicação de dados, estabelecida e facilitada através de protocolos. O processo de investigação e desenvolvimento de soluções para assegurar a interoperação foi iniciado pioneiramente pela National Information Standards Organization (NISO), que estabeleceu comitê para elaborar um protocolo de recuperação de informação; os estudos iniciaram-se a partir de análises efetuadas nos anos 70 pela Library of Congress (LC) (ROSETTO, 1997).

A partir desses estudos, surgiu, em 1988, a primeira versão do padrão Z39.50, protocolo que permite a comunicação entre computadores no intuito de auxiliar a pesquisa e a recuperação de informação em redes de computadores distribuídos. O protocolo está baseado na arquitetura cliente/servidor e opera sobre a Internet permitindo número crescente de aplicações. (MOEN, 1995).

A evolução da proposta resultou no ANSI/NISO Z39.50 (ANSI, 2003), protocolo de interoperação que pode ser implementado em qualquer plataforma, sistemas operacionais e equipamentos e diferentes sistemas de gerenciamento de bancos de dados. Uma implementação Z39.50 contém uma interface para conexão com múltiplos sistemas de informação, permitindo ao usuário final o acesso a outro sistema. Mas o acesso a outros sistemas é estabelecido pelo próprio sistema ao qual o usuário está conectado. Ele não precisa conhecer novos comandos e estratégias de busca, pois os resultados da pesquisa são apresentados no sistema local, em formatos e estilos com os quais ele está acostumado. Esse sistema é extremamente vantajoso para bibliotecas que requerem interface única para o usuário, a fim de realizar pesquisas no catálogo *on-line* local e em bases de dados referenciais e remotas, conforme destacam Barbosa e Sena (2008).

Devido ao contexto dinâmico da rede onde o protocolo Z39.50 é aplicado, a norma é constantemente analisada e atualizada para proporcionar as mudanças de que os criadores, provedores e usuários de informação necessitam. O projeto de reestruturação foi denominado pelo acrônimo ZIG/ZING (*Z39.50 Next Generation*). Uma evolução do ZING são os padrões SRU (*Search/Retrieve via URL*) e SRW (*Search/Retrieve via Web Services*), voltados para o contexto da Internet (MOREIRA; RIBEIRO, 2008). SRW e SRU definem uma forma padrão para pesquisas na Internet, bem como a estrutura das respostas (MORGAN, 2004) usando como transporte o protocolo HTTP.

Outro protocolo bastante utilizado em sistemas bibliográficos é o OAI-PMH (*Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting*). O *Open Archives Initiative* (OAI) desenvolve e promove padrões de interoperabilidade que visam facilitar a disseminação eficiente de conteúdo. OAI tem origem nos movimentos de acesso aberto e de repositórios institucionais. Com o tempo, o trabalho de OAI expandiu-se para promover o amplo acesso aos recursos digitais usados no contexto da educação e da ciência (FEDERAÇÃO EDUCA BRASIL, 2012).

SRW/U e OAI-PMH são protocolos complementares. Eles têm objetivos semelhantes voltados à recuperação de informações. Ambos podem ser usados para recuperar metadados de repositórios digitais. SRW/U e OAI diferem na estratégia de recuperação usada. SRW/U oferece uma abordagem que permite realizar consultas mais complexas, recuperando conjuntos de metadados com maior granularidade. Os quesitos de recuperação podem ser dinamicamente redefinidos. A solução usando OAI-PMH é mais adequada para a recuperação de grandes conjuntos de metadados de repositório. A desvantagem desta operação é que os quesitos de recuperação são flexivelmente menos passíveis de redefinição. A principal diferença entre os protocolos SRW/U e OAI-PMH está no objetivo específico de cada um, enquanto os protocolos SRW/U são uma ferramenta indicada para usar

quando se deseja extrair apenas os dados que atendem a requisitos de uma consulta, o OAI-PMH é mais pertinente quando se deseja ter subconjuntos predefinidos dos dados. (MORGAN, 2004). Assim, na criação de um metarepositório de metadados, o protocolo OAI-PMH seria mais indicado, pois permitiria periodicamente extrair de modo eficiente metadados referentes a novos documentos agregados ao repositório. A solução baseada em SRW/U seria mais adequada para conduzir consultas específicas para um repositório visando recuperar documentos que atendessem aos requisitos da consulta.

A evolução dos meios e das tecnologias da informação e comunicação propiciou uma transformação substancial no que se refere à busca e recuperação da informação. As bibliotecas ainda estão em processo de adaptação a essas mudanças tecnológicas, buscando eficientes alternativas para prover acesso aos conteúdos.

Nesta seção foram discutidas alternativas tecnológicas utilizadas para prover a interoperação entre sistemas, especialmente entre sistemas de bibliotecas. A seguir serão apresentadas soluções de integração entre repositórios digitais e destes com outros sistemas.

INTEGRAÇÃO ENTRE REPOSITÓRIOS DIGITAIS

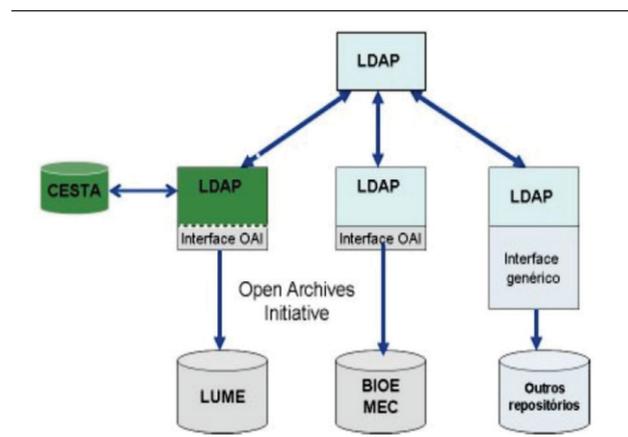
A busca, a descoberta e o acesso a conteúdos distribuídos e heterogêneos na Web e em redes têm sido um desafio em várias áreas de pesquisa. Os repositórios digitais, em geral, armazenam e distribuem conteúdos revisados e que garantem um pouco mais de confiabilidade aos seus usuários. A integração deles possibilita acesso a vários *sites* através de um ponto único, dispensando o domínio da sintaxe de busca de cada um. Um dos principais entraves para a criação de uma federação de repositórios¹ é a interoperabilidade (HATALA, 2007),

¹ Federação de repositórios é a concentração de um conjunto de repositórios integrados convencionados por um padrão de interoperabilidade que podem ser acessados através de um único ponto de acesso.

que permite aos repositórios estender suas coleções, possibilitando-lhes descobrir novos recursos localizados em outros repositórios. O objetivo da integração é proporcionar a interoperabilidade entre coleções heterogêneas, com larga variedade de tipos de dados e metadados padrões, administrado por grande número de organizações. Para a maior eficiência da resposta de uma busca, é importante que os resultados possam ser classificados por alguns tipos de metadados, tal como instituição autora, assunto etc... (CHRISTENSON; TENNANT, 2005).

Buscando uma solução que atendesse essa demanda, foi desenvolvido o projeto Federação Educa Brasil (FEB), com apoio da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) (VICCARI, 2009). No âmbito do projeto FEB, foi desenvolvida uma infraestrutura para uma federação de repositórios de conteúdos educacionais com a finalidade de auxiliar a descoberta e o acesso a eles em um escopo multi-institucional. Como resultado, tem-se a possibilidade de utilizar um ponto único de acesso e busca a conteúdos educacionais através de um sistema federado que contém os metadados dos repositórios integrantes da federação (TAROUCO et al., 2009). A arquitetura desta infraestrutura dispõe de um protótipo operacional, como apresentado na figura 1:

FIGURA 1
Arquitetura geral da FEB - Federação Educa Brasil



O portal FEB utilizou inicialmente o suporte de sistema *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP) para armazenar os dados dos repositórios, pois esta era a solução empregada no repositório Cesta, que serviu de base para o projeto no qual os metadados dos objetos de aprendizagem foram derivados do padrão IEEE-LOM (LOM 2010, TAROUCO 2003). Posteriormente a federação passou a utilizar um conjunto de metadados definido no projeto Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA), que consiste em uma extensão do padrão IEEE-LOM² (FEDERAÇÃO EDUCA BRASIL, 2010). Atualmente o FEB possui diversos repositórios parceiros integrados, estando em processo de expansão: Biblioteca Nacional Digital do Brasil (BNDIGITAL); BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais do Ministério da Educação); Cesta (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem), LUME (Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e OBAA (Repositório de Objetos de Aprendizagem baseado em Agentes). A FEB possibilita realizar a pesquisa através de uma ou mais palavras-chave e especificar o repositório onde será realizada a pesquisa. O resultado apresenta o título do objeto, categoria, descrição, localização e data. Não é possível realizar uma busca por alguma categoria específica ou tipo de objeto.

A fim de prover uma interface única de busca, o componente de *software* da FEB necessita recuperar os metadados dos diversos repositórios associados. Uma das alternativas utilizadas foi o protocolo OAI-PMH (FEDERAÇÃO EDUCA BRASIL, 2010) que tem como função o que é chamado comumente de “*metadata harvesting*”, isto é, “colheita de metadados”. Através deste protocolo, repositórios podem expor os metadados referentes ao conteúdo que administram. Assim, um provedor de serviço “colhe” metadados de vários provedores de dados (repositórios) a fim de oferecer um ponto único de busca por informação,

tal como é feito no sistema BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações) desenvolvido pelo IbiCT (2003). Quando o usuário utiliza o provedor de serviço, os repositórios não são consultados em busca da informação; os metadados previamente colhidos são utilizados. Por isso, a “colheita de metadados” deve ocorrer frequentemente. O protocolo OAI-PMH foi desenvolvido com o objetivo de ser utilizado em uma arquitetura “provedor de serviço / provedor de dados”. Não é um protocolo para buscas diretas no repositório, pois não apresenta condições para que sejam recuperados registros específicos. Permite que haja uma filtragem apenas por categorias previamente definidas e por data de atualização.

Outro exemplo de integração entre repositórios digitais é o consórcio *Global Learning Objects Brokering Exchange* (GLOBE), que representa interesses comuns de diversas instituições, entre elas: Merlot, Lornet, Lacro, entre outras (GLOBE, 2011). Com interface simples, tal como a FEB, o Globe possibilita que o usuário digite as palavras-chave e a pesquisa é realizada em todos os repositórios compreendidos pelo consórcio. Os resultados da consulta retornam na forma de *links*, seguidos de pequeno resumo e das palavras-chave de cada *link*, apresentando 10 recursos por página. Mas além dessa visualização é possível verificar os resultados por categorias. As categorias oferecidas são Provedor (repositório), Tipo (refere-se ao tipo do recurso), Contexto (nível de educação que será utilizado), Formato (refere-se ao tipo de arquivo) e Linguagem (idioma em que foi desenvolvido o recurso). Para cada uma dessas categorias existem subcategorias que permitem refinar a busca.

O *Multimedia Educational Resource for Learning and On-line Teaching* (MERLOT) oferece uma pesquisa federada³, além de propiciar o acesso aos materiais disponíveis no seu próprio referatário⁴.

² O padrão LOM (*Learning Object Metadata*) é o pioneiro e um dos mais difundidos, considerado a base para os demais padrões de empacotamento existentes.

³ <http://fedsearch.merlot.org/fedsearch/fedsearch.jsp>

⁴ Referatário é um tipo de repositório que armazena apenas os

A pesquisa federada do Merlot inclui 20 coleções de instituições parceiras, como National Science Digital Library (NSDL), Connexions, MIT Open Courseware, Open Courseware Consortium (OCW), OER Commons, Wikipedia, World Images, Scribd, Flickr, YouTube, ARIADNE, EdNA *On-line*, LACLO, EUN, LORNET, OU *Open University of Japan*, comPADRE, MERLOT *Physics*, MERLOT *Information Technology*, MERLOT *Faculty Development*, UNC *Professional Development Portal* e IEEE *Computer Society* (MERLOT, 2011). Na pesquisa federada é possível especificar os repositórios onde se deseja pesquisar e as palavras-chave. É limitado em no máximo 25 resultados para cada repositório consultado. Assim como a FEB, também não possibilita a apreciação dos resultados de forma categorizada. No entanto, permite ordenar os resultados por ordem de relevância de acordo com a avaliação dos usuários, por título ou por repositório.

INTEGRAÇÃO DE OUTROS SISTEMAS COM REPOSITÓRIOS

É necessário esforço de adaptação para integrar aplicações que envolvem repositórios com vistas a dirimir a dificuldade para estabelecer comunicação entre sistemas originalmente projetados para trabalhar de modo independente e carecem de mecanismos intrínsecos para apoiar a interoperação. Ao desenvolver um sistema de informação, questões de interoperabilidade deveriam ser consideradas na fase de projeto. Isto nem sempre ocorre e a interoperabilidade se torna um problema no momento em que o sistema está em uso, o que dificulta a introdução de mudanças.

Repositórios digitais integrados entre si aumentam a eficiência no processo de localização de conteúdos, mas a falta deste tipo de solução faz com que por vezes sejam subutilizados, pois o usuário teria de

conhecer cada um dos repositórios independentes para realizar a pesquisa, e usualmente isto não é feito de maneira completa, mas apenas até que um conjunto considerado suficiente de conteúdo seja obtido (OCHOA, 2009). Na educação, o uso de repositórios digitais tem-se popularizado com a necessidade de armazenar e organizar grande quantidade de conteúdos educacionais que vêm sendo produzidos. O que se considera necessário para facilitar o acesso ao conteúdo dos repositórios é que possam ser acessados e disponibilizados em ambientes virtuais, onde os usuários trabalham e estão familiarizados aos comandos e opções de manuseio dos conteúdos buscados nos repositórios. Como a integração entre os dois tipos de ambientes não é usual, os profissionais responsáveis pela criação de cursos ou disciplinas em instituições de ensino, professores, conteudistas e tutores precisam executar duas tarefas relacionadas e interdependentes, em dois ambientes distintos, necessitando para isto o conhecimento de múltiplas interfaces. Diante desse tipo de demanda, fica evidente a vantagem da integração entre sistemas de Repositório Digital e Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

No que tange aos ambientes virtuais de aprendizagem, observa-se a tendência de ampliar suas funcionalidades com adição de novos serviços disponibilizados na própria interface do sistema, por meio de módulos adicionais, ou ainda da integração com outras aplicações de modo que os usuários possam realizar grande parte das suas atividades sem a necessidade de sair do ambiente usual de trabalho. Geralmente, os AVAs suportam a exportação de conteúdos de aprendizagem para outros sistemas, mas a colaboração com repositórios externos ainda não está totalmente padronizada. Entretanto, soluções para repositórios digitais estão avançando, oferecendo pesquisas federadas sofisticadas de conteúdos educacionais em uma rede de repositórios (EAP et al., 2008; FEDERAÇÃO EDUCA BRASIL, 2011; GLOBE, 2011).

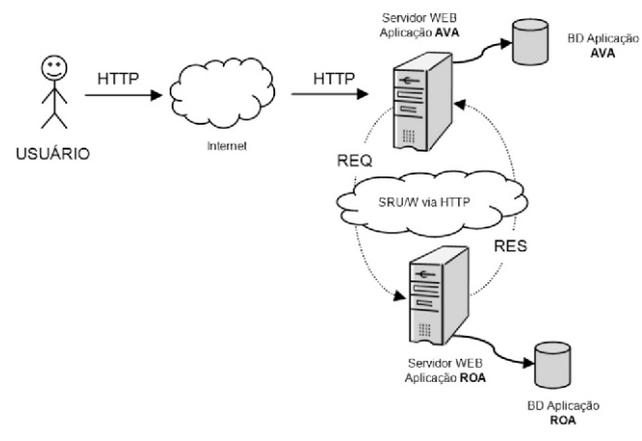
metadados dos recursos juntamente com a URL indicando o local de hospedagem do recurso.

O Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*)⁵ é um ambiente virtual de aprendizagem de forma modular e facilmente customizável, o que o torna um sistema amplamente utilizado no mundo e que agrega muitos desenvolvedores que continuamente trabalham em seu aprimoramento. Na sua última versão, a 2.0, foi implementado um conjunto de *Applications Program Interfaces* (APIs)⁶ que possibilitam a integração de aplicações externas tais como repositórios e portfólios, o que levou ao desenvolvimento de novos *plugins* de acesso a conteúdos disponíveis externamente.

Com o objetivo de superar os problemas ocasionados pela falta de integração de Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA), a AVAs foi desenvolvido um esforço de projeto e implementação de uma solução que permitisse a integração desses dois tipos de sistemas (RODRIGUES et al., 2010). O modelo proposto (figura 2) teve como princípio norteador a centralidade do AVA como interface para os professores de uma instituição de ensino. Esse ambiente constitui-se no ponto de entrada utilizado para busca de recursos educacionais durante o planejamento e a montagem de cursos ou disciplinas. Tal abordagem está de acordo com Fertalj et al. (2009), que sustentam que a melhor solução é aquela em que o usuário utiliza o AVA institucional para acessar o repositório digital.

Duas estratégias foram inicialmente consideradas como alternativas para recuperação de metadados associados aos conteúdos educacionais disponíveis no Repositório Digital: OAI-PMH (FEDERAÇÃO EDUCA BRASIL, 2010) e SRU/W (SRU, 2011). Após a análise dos dois protocolos, foi selecionada a solução baseada no padrão SRU/W, pois permite a execução de consultas complexas, fazendo com que o cliente possa solicitar ao servidor apenas os metadados dos conteúdos que apresentem determinadas

FIGURA 2
Modelo para integração de AVA com ROA



características. O modelo proposto permite efetivar a integração do AVA com Repositórios Digitais para fins de busca e recuperação de conteúdos, através do padrão SRU/W.

No modelo apresentado (figura 2), o usuário utiliza apenas a interface do AVA. O módulo que provê a interface de busca e recuperação de conteúdos educacionais no AVA usa o módulo que implementa o padrão SRU/W para realizar a consulta aos repositórios digitais e, ao receber a resposta, exibe-a ao usuário pela própria interface do AVA. A comunicação é estabelecida no repositório digital através do protocolo SRU/W. O módulo SRU/W do repositório traduz a consulta feita nesse padrão para o esquema de armazenamento local, recupera os metadados que correspondam à solicitação e retorna o resultado para o AVA. Portanto, para cada tipo de repositório a ser utilizado, basta desenvolver um módulo específico que faz o mapeamento da consulta SRU/W para as estruturas locais a fim de que a interoperabilidade possa ser estabelecida.

A implementação e o teste do modelo proposto ocorreram em duas etapas: a primeira tendo por base a versão 1.9 do AVA Moodle com adaptação do módulo adicional MrCute2 (*Moodle Repository Create Upload Tag Embed*) (KILCOYNE, 2009), e a segunda utilizando a versão 2.0 do Moodle através da

⁵ <http://moodle.org>

⁶ Uma API é um conjunto de programas responsável por prover uma estrutura com as finalidades de comunicação e reutilização de software.

http://docs.moodle.org/dev/Repository_API

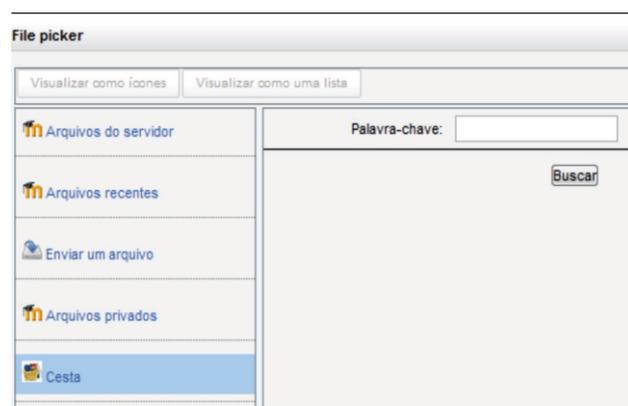
API *Repository*, disponibilizada nesta versão. Ambas as versões implementadas utilizaram o protocolo SRW para comunicar e transmitir os dados de um sistema para o outro.

A implementação realizada para a versão 2 do Moodle resultou em dois *plugins*: Cesta e Cesta_URL. Os *plugins* receberam esses nomes, pois referem-se a uma instância para o repositório Cesta2 (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem)⁷. O *plugin* Cesta é o responsável por realizar pesquisas no repositório Cesta2 e recuperar os recursos que possuem arquivos. Já o *plugin* Cesta_URL é o responsável por realizar buscas no repositório Cesta2 e recuperar os *links* referentes aos recursos que não possuem arquivos, apenas *links*. Os *plugins* são trazidos para a interface do Moodle mediante aplicação única chamada Seletor de Arquivos (*File Picker*), incorporada ao Moodle a partir da versão 2.0. Para todas as atividades e recursos disponíveis no Moodle, onde é permitido anexar arquivos, inserir imagem, vídeo, adicionar arquivos; o *File Picker* (figura 3) é apresentado e, através dele, todos os repositórios integrados ao Moodle. Todas as atividades padrão existentes no Moodle viabilizam a chamada ao *File Picker*, através do editor de textos por meio das opções de inserir imagem e inserir vídeo ou com a possibilidade de anexar arquivos por meio de algumas ferramentas como Fórum, Lição, SCORM/AICC, entre outras.

Cesta2 foi o repositório de objetos de aprendizagem selecionado para realizar os testes, pois se enquadra nas duas categorias, repositório e referatório, por armazenar *links*, metadados e arquivos para alguns objetos de aprendizagem e *links* e metadados para outros, respectivamente. A necessidade de ter os dois *plugins* se deve ao fato de que algumas

ferramentas do Moodle, como por exemplo, Acrescentar Recurso >> URL, somente busca *links* no repositório, ou seja, o retorno desse recurso no Moodle é apresentado no formato de uma URL externa. Já outros recursos do Moodle, como “Acrescentar Recurso >> Recurso”, buscam somente arquivos no repositório, ignorando os recursos somente disponíveis na forma de *links*. A vantagem de ter os dois *plugins* é que todos os recursos disponíveis no repositório podem ser acessados pelo Moodle.

FIGURA 3
Janela do *File Picker* do Moodle



A aplicação *File Picker* é chamada no Moodle de duas formas, permitindo que sejam trazidos arquivos ou *links*, o que estende a solução proposta para integração com repositórios e com referatórios⁸.

A partir da disponibilização da versão da solução voltada para o Moodle 2.0, foi realizado um experimento de teste com professores para avaliar esta integração sob a ótica técnica e pedagógica. Tal experimento proporcionou aos participantes a vivência de duas situações: utilizar o repositório sem a integração e com a integração com o AVA, permitindo a comparação das duas situações.

⁷ Cesta2 é a segunda versão do referatório Cesta que nesta versão armazenava apenas os metadados e a URL para o local de armazenamento externo ao referatório, por esse motivo classificado como referatório. Na sua versão atual, o Cesta2 armazena localmente, além dos metadados, os arquivos referentes a cada recurso disponibilizado.

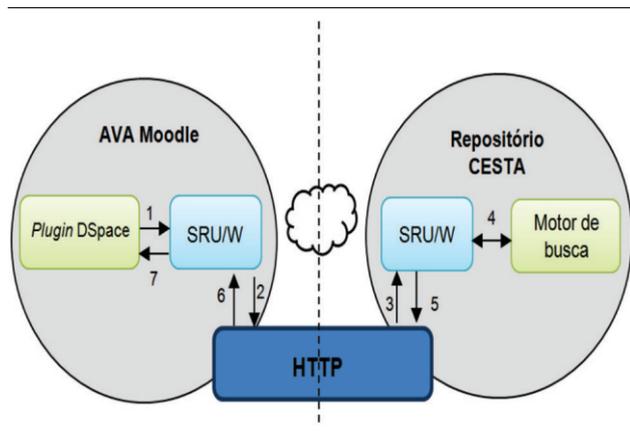
⁸ Tipo de repositório que armazena apenas os metadados e os endereços dos locais onde os arquivos de cada objeto se encontram.

Os resultados mostraram que, para o professor, a integração dos sistemas cria melhores condições para o trabalho docente, pois ele tem disponível em um só ambiente as principais ferramentas para pesquisar, selecionar e integrar conteúdos ao seu plano de ensino e aprendizagem, além de poder realizar essa tarefa em menor tempo. A avaliação dos professores mostrou nível de satisfação maior ao utilizar o repositório integrado ao AVA, em comparação à utilização do repositório sem a integração com o AVA (RODRIGUES et al., 2010). Outros experimentos estão sendo realizados com alunos e professores, com vistas a investigar possíveis impactos desta integração para o conjunto da população de usuários.

A figura 4 ilustra a sequência de passos da comunicação entre os sistemas integrados.

O cliente AVA utiliza o plugin para invocar o serviço do módulo SRU/W (1) que encapsula a consulta no protocolo HTTP (2) e a envia ao servidor (repositório digital) (3). A interface SRU/W do servidor mapeia a consulta em uma consulta específica para o sistema de gerenciamento usado (4), e ao receber a resposta formata segundo padrão XML e encapsula em HTTP (5). Ao receber a resposta (6), o módulo SRU/W no cliente é usado para transferir os dados requisitados para o usuário através do plugin desenvolvido (7).

FIGURA 4
Comunicação SRU/W



O cliente é o ambiente virtual de aprendizagem Moodle e o servidor testado foi o Repositório Digital Cesta2 (coletânea de entidades de suporte ao uso de tecnologia na aprendizagem). O Cesta2 foi implementado no ambiente DSpace. O processo de comunicação entre cliente e servidor é intermediado pelo protocolo de transporte HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). O cliente, através da aplicação, envia uma consulta expressa em CQL (*Contextual Query Language*) com parâmetros predefinidos para o servidor. Embora os parâmetros possam ser predefinidos, pois devem poder ser mapeados para a consulta às estruturas locais, seus valores podem variar dinamicamente. O servidor processa os parâmetros e gera uma consulta enviada à base de dados, a qual retorna os registros encontrados para o servidor.

Essa solução de integração utilizou uma estrutura de repositório baseada no sistema DSpace, bastante disseminado, e portanto a solução de integração desenvolvida pode ser adaptada para outros repositórios. O *plugin* poderá permitir integrar uma coleção de repositórios implementados a partir dessa estrutura, alterando apenas alguns parâmetros, como o endereço do servidor onde o repositório está instalado. Outro aspecto relevante da solução deriva do fato de que a integração implementada para a versão 2 do Moodle permite que a pesquisa por recursos seja realizada tanto em repositório do tipo referatório (que armazena apenas os metadados do recurso e o *link* contendo o endereço em que o recurso está disponível), quanto em repositórios que além do *link* e dos metadados contêm o recurso disponível na forma de arquivos.

A necessidade inicial de integração do AVA com repositórios foi a recuperação de conteúdos educacionais na forma de objetos de aprendizagem. No entanto, outros tipos de conteúdos podem vir a ser mais amplamente utilizados, se integrados a um ambiente que a comunidade acadêmica utilize com desenvoltura, como o AVA. A solução

desenvolvida atende a centenas de repositórios, de diferentes tipos, desenvolvidos com base no software DSpace⁹. Para realizar a integração do Ava Moodle com um desses repositórios, é necessária a instalação dos *plugins* desenvolvidos no servidor que hospeda o Ava Moodle e a instalação dos módulos cliente e servidor do protocolo SRU/W, além do endereço onde se encontra instalado o módulo SRU/W do lado do repositório que se deseja integrar. Destaca-se que tais módulos já estão disponíveis para os ambiente Moodle e DSpace. Outros ajustes podem ser necessários em função dos metadados utilizados por cada repositório, pois cada instalação pode selecionar os metadados a serem utilizados.

O esforço ora relatado tem previsto um conjunto de trabalhos futuros, incluindo a integração do Moodle com outros repositórios digitais de interesse da comunidade acadêmica, tais como o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) do Ministério da Educação (MEC) e o repositório digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o Lume. Essas integrações utilizarão os *plugins* desenvolvidos, já que os dois repositórios são baseados no *software* DSpace. Além das integrações com repositórios independentes, também é meta da equipe realizar a integração do Moodle com a Federação Educa Brasil (FEB) utilizando o mesmo mecanismo baseado no padrão SRU/SRW.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As implementações realizadas demonstraram que o protocolo SRU/W atende às necessidades de integração de ambientes virtuais de aprendizagem com repositórios de objetos de aprendizagem, no que diz respeito à busca e recuperação de recursos já criados e disponíveis em repositórios. Experiências técnicas e pedagógicas realizadas com professores e indicaram bom nível de aceitação

à solução de integração, além de apontarem os primeiros benefícios com o seu uso, como facilidade e agilidade.

A integração entre as ferramentas de gestão de conteúdo e gestão da aprendizagem tem sido desenvolvida com o objetivo de potencializar o uso dos repositórios e tornar o AVA o portal de acesso às funcionalidades que os seus usuários necessitam em seu trabalho docente e discente.

No que se refere à integração entre repositórios, existem algumas soluções já implementadas utilizando tecnologias e protocolos diferenciados. A Federação Educa Brasil (FEB), por exemplo, como mencionado, utiliza o protocolo OAI-PMH para colher os metadados dos repositórios integrados. Outra alternativa de implementação foi desenvolvida por Valmorbidá, Wolf e Monteiro (2011), que, tal como a FEB, objetivou disponibilizar uma interface única de busca com o intuito de tornar a busca mais abrangente e ampliar a disseminação de informações. A implementação inicialmente foi testada com repositórios que disponibilizaram interface aberta para os protocolos OAI-PMH e SRU, mas tem planos de ampliar o escopo para os protocolos Z39.50 e SRW.

Uma solução adotada pela Universidade de Fernuniversität em Hagen, na Alemanha, com o projeto CampusContent foi o Edu-sharing.net (2010), que se configura como um conjunto de ferramentas que permitem a criação de conteúdos *off-line* (*Workspace*), publicação de conteúdos no repositório *on-line*, gerenciamento dos conteúdos e integração com AVAs, como metacoön¹⁰ e com as versões 1.9 e 2.0 do Moodle. A solução permite construir conteúdos didáticos utilizando ferramentas do OpenOffice dentro de uma área chamada *workspace* instalada localmente na máquina do usuário desenvolvedor de conteúdo e, posteriormente, transferir esse conteúdo para o repositório *on-line* (KRÄMER; KIEBL, 2010).

⁹ <http://www.dspace.org/whos-using-dspace>

¹⁰ <http://www.metacoön.net/>

Outra solução existente é o CrimsonHex, repositório especializado em objetos de aprendizagem, desenvolvido pela Universidade de Valladolid¹¹, com o objetivo de armazenar problemas de programação. Todos os recursos armazenados em CrimsonHex devem estar em conformidade com o padrão IMS CP (LEAL; QUEIRÓS, 2009). Um *plugin* de integração do CrimsonHex para a versão 2 do MOODLE foi desenvolvido para testar as questões de interoperabilidade do repositório. Assim como os *plugins* apresentados neste artigo, Cesta e Cesta_URL, o *plugin* que integra o repositório CrimsonHex ao Moodle utilizou a API Repositório¹². Semelhante ao CrimsonHex, o referatário *Multimedia Educational Resource for Learning and On-line Teaching - Merlot*¹³ pode ser integrado à versão 2 do Moodle, no entanto, a equipe Merlot alerta que o *plugin* para o Moodle 2.0 não foi desenvolvido por eles e, portanto, não fornece suporte técnico. O *plugin* para o Merlot acompanha a instalação padrão do Moodle 2.0, sendo necessária apenas a habilitação do *plugin* no gerenciador de repositórios. Além do Moodle, o Merlot provê a integração com outros três AVAs: Desire2Learn, Angel Learning e Blackboard. A diferença dessas soluções está no fato de o referatário armazenar apenas os metadados e a localização dos recursos de aprendizagem e, por esse motivo, no Moodle, o Merlot só pode ser chamado através das ferramentas que buscam *links* como “Acrescentar recurso >> URL”.

Assim como o Merlot, Ariadne é referatário e federação e também faz parte de outra federação de repositórios, o *Global Learning Objects Brokered Exchange* (GLOBE). Com o objetivo de integrar seu repositório a um sistema de gerenciamento de aprendizagem, Ariadne construiu uma API específica para dois AVAs: Ines e Moodle

(ARIADNE, 2006). Todavia, a solução Ariadne não pode ser facilmente integrada em qualquer AVA, além disso, a cada versão posterior de um AVA poderá exigir modificações na integração (FERTALJ et al., 2010). Ariadne implementa um módulo Moodle, que ao se agregar ao AVA permite (i) a realização de uma consulta para as federações, Ariadne e Globe, (ii) a importação de um recurso encontrado diretamente do Consórcio de repositórios Globe para o AVA, e, portanto, (iii) a disponibilização de recursos para outros usuários (KLERKX et al., 2010).

Fertalj et al. (2010) criaram uma aplicação piloto para demonstrar a integração entre um AVA e seu repositório construído a partir do *Flexible Extensible Digital Object Repository Architecture* (FEDORA¹⁴). Os autores relatam que foi desenvolvida uma aplicação que permite a criação de lições que podem ser compostas de vários recursos. Tal aplicação está integrada ao ambiente WebCT por de um *link* disponível na interface. Cada lição criada permite incorporar uma coleção de recursos contidos no repositório Fedora. A pesquisa dos recursos que compõem cada lição é realizada diretamente no repositório. Para cada recurso que se deseja inserir na lição deve-se copiar a URL correspondente e colar na aplicação de criação de lição, tantas vezes quanto o número de recursos que se deseja incluir na lição. Entretanto, constata-se que a aplicação piloto descrita integra uma aplicação ao ambiente WebCT, mas na prática a integração com o repositório é realizada de maneira manual.

Atualmente, os projetos Fedora e DSpace estão se agregando com o intuito de reunir forças em prol de objetivos comuns. A integração pretende incorporar às características do DSpace uma arquitetura mais flexível, versionamento de arquivos e relacionamento entre os objetos¹⁵.

¹¹ <http://uva.on-linejudge.org/>

¹² O objetivo desta API é apoiar o desenvolvimento de *plugins* para importar conteúdo de repositórios externos ao Moodle.

¹³ Foi desenvolvido pela *California State University*, em parceria com outras instituições educacionais de ensino superior, profissionais liberais e indústria.

¹⁴ <http://fedora-commons.org/>

¹⁵ DSpace-Fedora Integration. Disponível em: <<https://wiki.duraspace.org/display/DSFED/DSpace-Fedora+Integration+FAQ>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

A partir dos resultados de integração de sistemas de repositórios entre si e com outros sistemas, é possível perceber que a interoperabilidade existente entre os repositórios é uma área de pesquisa em ascensão e muitos projetos e estudos têm sido desenvolvidos buscando maior disponibilidade e acesso aos repositórios digitais, ampliando sua utilização.

CONCLUSÕES

Este artigo apresentou um panorama dos protocolos utilizados visando prover a interoperação entre sistemas, e em especial, de bibliotecas. Também foram apresentadas soluções adotadas para prover a integração de repositórios digitais entre si e com outros sistemas.

Com base no conteúdo discutido no artigo, verifica-se que a interoperação entre repositórios se mostra oportuna para alcançar objetivos como propiciar a ampliação do acesso, incentivar o uso, gerar informação, tornando possível a difusão do conhecimento e a consequente melhoria da qualidade do ensino.

As bibliotecas digitais assim como os repositórios digitais são fontes de informação confiáveis e devem poder servir como recurso acessível de maneira integrada aos sistemas predominantemente utilizados pelos usuários. No caso dos usuários acadêmicos, o AVA representa a classe de sistema naturalmente utilizado, e assim sua interoperação com repositórios digitais é relevante e necessária.

REFERÊNCIAS

ANSI/NISO Z39.50-2003. Information Retrieval (Z39.50): Application Service Definition and Protocol Specification. Disponível em: <<http://www.loc.gov/z3950/agency/Z39-50-2003.pdf>>. 2003. Acesso em: 11 abr. 2012.

ARIADNE Foundation for the European Knowledge Pool, 2006. Disponível em: <<http://www.ariadne-eu.org/>>. Acesso em: 26 abr. 2011.

BARBOSA, E., SENA, E. Scientific data dissemination a data catalogue to assist research organizations. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 37, n. 1, p. 19-25, jan./abr. 2008

CHRISTENSON, H.; TENNANT, R. Integrating Information Resources: Principles, Technologies, and Approaches. In partial fulfillment of National Science Foundation. Ago. 2005. Disponível em: <http://www.cdlib.org/inside/projects/metasearch/nsdl/nsdl_report2.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2012.

EAP, T. M.; HATALA, M.; GASEVIC, D. Technologies for enabling the sharing of Learning Objects. *International Journal of Advanced Media and Communication*. v. 2, n. 1, p. 1-19, 2008.

Edu-sharing.net. 2010. Disponível em: <<http://www.campuscontent.de/>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

FEDERAÇÃO EDUCA BRASIL. Disponível em: <<http://feb.ufrgs.br>>. Acesso em: 11 abr. 2012.

FERTALJ, K.; HOIĆ-BOŽIĆ, N.; JERKOVIĆ, H. The Integration of Learning Object Repositories and Learning Management Systems. *Computer Science and Information Systems Journal*. v. 7, n. 3, jun. 2010. Disponível em: <<http://www.comsis.org/ComSIS/Vol7No3/RegularPapers/paper1.htm>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

GLOBE. [s.d.]. Disponível em: <>. Acesso em: 25 abr. 2011

HATALA, M.; RICHARDS, G.; WILLMS, J. The interoperability of learning object repositories and services: standards, implementations and lessons learned. Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters. New York, May. In: K. Harman, A. Koohang. (Eds.). Learning Objects: Standards, Metadata, Repositories, & LCMS. Santa Rosa-CA USA: Informing Science Press, 2007.

IBICT. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. 2003. Disponível em: <>. Acesso em: 20 fev. 2012.

IBICT. Programa de Comutação Bibliográfica. 2005. Disponível em: <<http://comut.ibict.br/comut/>>. Acesso em: 12 dez. 2010.

KILCOYNE, P. MrCute2. Worcester College of Technology Disponível em: <>. Acesso em: 17 jun. 2009.

KLERKX, J. et al. How to share and reuse learning resources: the ARIADNE experience. In: 5th European conference on Technology enhanced learning conference on Sustaining TEL: from innovation to learning and practice (EC-TEL'10), WOLPERS, M. et al. (Eds.). *Proceedings...* Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, 2010, p. 183-196. Disponível em: <http://www.ariadne-eu.org/files/FINAL_SUBMISSION_EC-TEL.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2011.

KRÄMER, B. J.; KIEBL, M. Open Educational Resources and the Repository Network edu-sharing. In: EADTU Strategies and business models for Lifelong Learning / Networking

Conference. Annual Conference 2010. *Proceedings...* Zermatt, Switzerland, 27-29 Set., p. 213-226, 2010.

LYNCH, Clifford. Information retrieval as a network application. *Libraui Hi Tech*, v4 n32 p 57-72 1990

LEAL, J. P., QUEIRÓS, R. CrimsonHex: a Services Oriented Repository of Specialised Learning Objects. In: ICEIS 2009: International Conference on Enterprise Information Systems, 11., 2009, Milan. *Proceedings...* Milan, 2009.

LOM. LOM – Learning Object Metadata. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/>>. Acesso em: 5 ago. 2010.

MCGREAL, R. A typology of learning object repositories. Adelsberger, H. et al. (Eds.) In: *Handbook on Information Technologies for Education and Training*. Springer Berlin Heidelberg, 2007, p. 5-28, Chapter 1. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2149/1078>>. Acesso em: 13 abr. 2011.

MERLOT. Disponível em: <<http://taste.merlot.org/merlottechnology.html>>. Acesso em: 05 maio 2011.

MOEN, W. ANSI/NISO Z39.50 Protocol: information retrieval in the information infrastructure [online]. Disponível em: <<http://www.cni.org/pub/NISO/docs/Z39.50-brochure/>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

MOREIRA, W.; RIBEIRO, T. Introdução ao uso dos protocolos SRU/SRW: ferramentas para a catalogação cooperativa. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.13, n.3, p.167-182, set./dez. 2008.

MORGAN, E. L. An Introduction to the Search/Retrieve URL Service (SRU). 2004.

Disponível em: <<http://www.ariadne.ac.uk/issue40/morgan/intro.html>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

OPEN ARCHIVES INITIATIVE. Disponível em: <<http://www.openarchives.org/>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

OPEN ARCHIVES INITIATIVE. Object Reuse and Exchange. Disponível em: <>. Acesso em: 18 set. 2010.

OCHOA, X.; DUVAL, E. Quantitative Analysis of Learning Object Repositories. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, v. 2, n.3, p. 226-238, 2009. Disponível em: <<http://ariadne.cti.espol.edu.ec/xavier/papers/Ochoa-TLT2009b.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

RODRIGUES, A. P.; KONRATH, M. L. P.; TAROUCO, L. M. R. Integração de Repositórios à Ambientes Virtuais de Aprendizagem. In: V Congresso Latino-Americano de Objetos de Aprendizagem, 2010. *Anais...* São Paulo, 2010.

ROSETTO, M. Uso do protocolo Z39.50 para recuperação de informação em redes eletrônicas. *Ciência da Informação*, v.26, n.2, p. 136-139, 1997.

SAYÃO, Luís Fernando; MARCONDES, Carlos Henrique. Integração e interoperabilidade no acesso a recursos informacionais em C&T: a proposta da Biblioteca Digital Brasileira. In: INTEGRAR – CONGRESSO

INTERNACIONAL DE ARQUIVOS, BIBLIOTECAS, CENTROS DE DOCUMENTAÇÃO E MUSEUS, 1., 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Imprensa Oficial, 2002. p. 529-546

SRU: Search/Retrieval via URL – SRU, CQL and ZeeRex (Standards, Library of Congress). Disponível em: <<http://www.loc.gov/standards/sru/>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

TAROUCO, L. Reusabilidade de objetos educacionais. *RENOTE* v. 1, n. 1 (2003). Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13628/7697>>. Acessado em 20 de março de 2012.

TAROUCO, L. M. R.; SCHMITT, M. A. R.; RODRIGUES, A. P. Content Authoring and Management in/for the Moodle Environment. In: Moodle Moot US 2009, 2009, Orlando - FL. Moodle Moot US 2009. Orlando-FL: MoodleMoot, 2009.

VALMORBIDA, W.; WOLF, A. S.; MONTEIRO, A. P. L. Análise e implementação de um sistema integrado de busca a partir dos protocolos OAI-PMH, Z39.50, SRW e SRU. *RENOTE*, Vol. 9, N. 2 (2011). Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/25108/14604>>. Acesso em: 05 abril 2012.

VICCARI, R. Projeto FEB - Federação Educa Brasil. 2009. Disponível em: <<http://penta3.ufrgs.br/twiki/bin/view/FEB/WebHome>>. Acesso em: maio 2008.