

REPRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS MULTIMÍDIA: DOS METADADOS ÀS ANOTAÇÕES SEMÂNTICAS

Daniela Lucas da SILVA

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Professora e pesquisadora no Departamento de Biblioteconomia,
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
danielalucas@hotmail.com

Renato Rocha SOUZA

Doutor em Ciência da Informação
Pós-doutorado, University of South Wales
Professor e Pesquisador da Escola de Matemática Aplicada
Fundação Getúlio Vargas (FGV)
renato.souza@fgv.br

Resumo

O artigo apresenta o resultado do estudo do estado da arte de iniciativas internacionais e nacionais que estão explorando o uso de ontologias e padrões de metadados para agregar conhecimento em anotações a fim de realizar a organização e integração de informações multimídia em diferentes domínios. Para tal, foi utilizado como método de pesquisa o levantamento bibliográfico e documental nos campos das ciências da informação e da computação, especialmente na área de representação documental do tipo multimídia. Permitiu-se evidenciar que há esforços e desafios no desenvolvimento de padrões de metadados, vocabulários controlados e ontologias formais na tentativa de melhor representar informações visando à recuperação semântica.

Palavras-chave: Documentos multimídia. Padrões de metadados. Ontologias. Anotação semântica.

REPRESENTING MULTIMEDIA DOCUMENTS: FROM METADATA TO SEMANTIC TAGGING

Abstract

The paper presents the results of the study of the state of art of international and national initiatives that are exploring the use of metadata standards and ontologies to add knowledge in annotations in order to accomplish the organization and integration of multimedia information in different domains. To this end, we have used bibliographic and documentary survey as the research method, in the fields of information science and computer science, dealing especially with the area of documentary representation of multimedia types. This research allowed us to comprehend the efforts and challenges present in the development tasks of metadata standards, controlled vocabularies and formal ontologies, in an attempt to better represent information aimed at semantic retrieval.

Keywords: Multimedia documents. Metadata standards. Ontologies. Semantic annotation.

1 INTRODUÇÃO

Em instituições particulares e públicas, os acervos contendo arquivos digitais (disponíveis, em sua maioria, em portais, bibliotecas digitais, bases de dados *on-line*) se

expandem a cada dia. Entre esses arquivos, encontram-se textos, imagens, sons digitalizados, vídeos das mais variadas naturezas (por exemplo, fotografias, cartas, desenhos, periódicos, entrevistas em áudio e vídeo, gravações de rádio, de vídeo, dentre outros), caracterizando a multimodalidade midiática que apresenta difícil tratamento para fins de recuperação de informação.

Pesquisas têm sido desenvolvidas progressivamente nos campos das ciências da informação e da computação, visando a estudos sobre a problemática do excesso de informações e sua organização, com o objetivo de melhorar a eficácia dos sistemas de recuperação de informação. Podemos citar, dentre outras, algumas pesquisas nessa perspectiva voltadas à exploração semântica da informação, tais como: a) a *Web Semântica* e sua proposta emergente de *Linked Data* que intencionam criar metodologias, tecnologias e padrões de metadados para aumentar o escopo da interoperabilidade e da integração plena de informações heterogêneas entre sistemas de informação (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001; BERNERS-LEE, 2006; DOMINGUE; FENSEL; HENDLER, 2011); b) instrumentos de representação de relacionamentos semânticos e conceituais como ontologias (GRUBER, 1993; GUARINO, 1998; GUIZZARDI, 2005) e vocabulários controlados (SILVA, SOUZA; ALMEIDA, 2008) objetivando endereçar problemas relacionados à interoperabilidade de sistemas e bases de dados, além das dificuldades intrínsecas à manipulação da linguagem natural como, por exemplo, as questões de polissemia e sinonímia; e, c) modelos conceituais e de referência que orientam a modelagem da realidade documental e o processo de busca e recuperação da informação como o FRBR – *Functional Requirements for Bibliographic Records* (IFLA, 1998) e o CIDOC CRM – *International Committee for Documentation/Conceptual Reference Model* (ICOM CIDOC, 2005).

A aplicação de tecnologias da *Web* para uma variedade de domínios e áreas específicas impulsiona a inovação, resultando no aumento do número de adeptos, como por exemplo, *You Tube*¹, *Organizações Globo*², *Facebook*³ para conteúdo de vídeos, notícias e redes sociais, respectivamente. Os setores afetados são amplos incorporando negócio, ciência, governo, mídia, radiodifusão e cultura (DOMINGUE; FENSEL; HENDLER, 2011). Outra mudança que reflete as mídias digitais são os dispositivos eletrônicos (*tablets*, câmeras

¹ Disponível em: <www.youtube.com>.

² Disponível em: <<http://www.slideshare.net/renangpa/introduo-a-web-semantica-e-o-case-da-globocom>>.

³ Disponível em: <<http://facebook.com>>.

digitais, filmadoras, telefones inteligentes, *MP3 players*, televisores) integrados à *Web* que permitem o consumo e a gestão de conteúdo digital multimídia, propiciando um crescimento da disponibilidade da mídia. Tal crescimento torna-se incontrolável sem o apoio de tecnologias de informação para seu armazenamento, organização e recuperação.

Utilizar metadados é a forma mais comumente empregada para agregar semântica a informações (GILLILAND-SWETLAND, 2000), com o propósito de facilitar a busca de recursos informacionais. Em se tratando de documentos textuais, o conhecimento embutido nos mesmos, tradicionalmente é gerenciado com o uso de metadados por meio de palavras-chave, informação sobre autoria, publicação etc. No caso de documentos multimídias, os metadados podem ser usados tanto para descrever atributos técnicos de baixo nível de conteúdo (cores, texturas, timbres de som, descrição de melodia) quanto para descrever características semânticas de alto nível como, por exemplo, classificação de gênero ou representação de informação sobre pessoas retratadas na mídia.

No escopo da *Web Semântica* (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001), os metadados são agregados através das chamadas linguagens de marcação (do inglês, *markup languages*). Estas linguagens, cujo padrão mais conhecido e utilizado é o XML (*eXtensible Markup Language*), definem *tags* ou marcações que são adicionadas aos dados a fim de indicar alguma informação importante. Ainda que o padrão XML tenha se tornado bastante popular, logo se percebeu que somente esse padrão não é suficiente para permitir a correta interpretação das informações por um sistema informatizado, pois tal sistema não consegue inferir, através das marcações, o que uma informação significa. Tal limitação pode acarretar deficiências nas buscas e na interoperabilidade entre sistemas.

Alternativas estão sendo propostas para este problema pelo W3C no projeto da *Web Semântica* que objetiva fornecer um conjunto de padrões abertos para operar junto a recursos heterogêneos, no sentido de promover sintaxe e métodos comuns para favorecer a interoperabilidade. Uma dessas alternativas é a adoção do conceito de ontologias para a compatibilização de conceitos encontrados em bancos de dados dos mais diversos tipos na *Web*. As ontologias apresentam-se como possibilidades de representação de conhecimento em sistemas de informação na medida em que buscam organizar e padronizar conceitos, termos e definições aceitas por uma comunidade particular. Várias linguagens baseadas em XML têm sido propostas para representar ontologias como RDF (*Resource Description Framework*), RDF Schema e OWL (*Ontology Web Language*); além da linguagem de consulta

para dados modelados em RDF, a SPARQL (ALLEMANG; HENDLER, 2008). Tais tecnologias permitem que a máquina interprete as marcações (ou anotações) com semânticas bem definidas e necessárias para garantir que o anotador e o consumidor da anotação compartilhem o mesmo significado perante um recurso.

Anotação semântica formalmente identifica conceitos e relações entre conceitos em documentos e é direcionada principalmente para uso de máquinas. Anotações semânticas baseadas em ontologias beneficiam sistemas de recuperação de informação e melhoram questões de interoperabilidade (UREN et al., 2005; BÜRGER et al., 2009; DOMINGUE; FENSEL; HENDLER, 2011). No primeiro caso, a recuperação da informação é melhorada na execução de buscas, que aproveitam de ontologias para fazer inferências sobre dados de fontes heterogêneas. No que tange à interoperabilidade, as organizações que possuem bases de dados legadas geralmente lidam com dados não integrados e em diferentes formatos. Nessas circunstâncias, anotações que fazem uso de ontologias podem fornecer uma estrutura semântica comum para a integração de dados advindos de bases heterogêneas.

Diante do exposto, o presente artigo objetiva posicionar o atual estado da arte envolvendo o assunto representação de documentos, especialmente de tipos multimídias. Sua intenção visa evidenciar iniciativas nacionais e internacionais que estão lidando com modelagem de documentos multimídias para melhorar o processo de busca e recuperação de informação, especialmente na *World Wide Web*. Apresenta-se também a cronologia de pesquisas nos campos das ciências da informação e da computação voltados à investigação de padrões de metadados, modelos conceituais e ontologias nessa perspectiva. Na revisão em fontes de informação internacionais não se encontraram propostas de ontologias que fossem adequadas à cobertura de documentos em todos os seus aspectos (texto, imagem, vídeo, áudio, audiovisual, multimídia). Também não se identificaram representações completas capazes de descrever recursos multimídias em diferentes domínios e em diferentes linguagens naturais. Pesquisadores renomados na área (GEURTS; OSSENBRUGGEN; HARDMAN, 2005; OSSENBRUGGEN; STAMOU; PAN, 2006) visualizam que o progresso científico em anotação de documentos multimídias está diretamente ligado ao esforço conjunto das comunidades de *Web Semântica*, multimídia e biblioteca digital.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

A classificação da pesquisa torna-se útil para o estabelecimento de seu marco teórico e da análise de seus fatos do ponto de vista empírico, de forma a confrontar a visão teórica com os dados da realidade. Desse modo, a presente pesquisa pode ser classificada segundo seu problema, seus objetivos e seus procedimentos técnicos para coleta e análise dos dados (GIL, 2002; MARCONI; LAKATOS, 2010; CERVO; BERVIAN, 2002).

Com base na abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa qualitativa, visto que há a necessidade de se entender o que está por trás do fenômeno estudado, isto é, de iniciativas para representação documental do tipo multimídia, do qual ainda pouco se conhece. Sendo assim, a determinação, a análise e a descrição dos fatos envolvidos na pesquisa serão possíveis através de um maior entendimento desse fenômeno. Com base em seus objetivos, esta pesquisa pode ser classificada em duas tipologias, a saber: i) pesquisa exploratória, pois pretende investigar e aprimorar ideias sobre um assunto emergente no campo das ontologias - ontologias para anotação multimídia – em que requer uma investigação minuciosa na literatura e em casos específicos que fazem uso de ontologias nessa perspectiva; e, ii) pesquisa descritiva, pois pretende levantar e descrever características do fenômeno a ser investigado (conforme já elucidado acima) à luz da literatura. Finalmente, em relação aos procedimentos técnicos para coleta e análise dos dados, esta pesquisa pode ser classificada como de natureza bibliográfica e documental, pois pretende usar como fonte de consulta, materiais já publicados: artigos científicos, anais de congressos, relatórios técnicos de pesquisa, teses, dissertações, normas e documentos relativos a ontologias específicas.

O primeiro ponto a considerar numa pesquisa científica é o levantamento bibliográfico e o estudo inicial das teorias que circundam o problema de modo a fornecer sustentabilidade teórica à pesquisa. Nesse sentido, o levantamento dos principais assuntos envolvidos nos permite estabelecer um recorte temático nas áreas envolvidas na investigação. Feito isso, a revisão da literatura ou o estudo do estado da arte nos levam à situação do conhecimento atual sobre o problema ou tema-chave da pesquisa. O cerne desta pesquisa está localizado na temática organização e representação do conhecimento em sistemas de informação. A representação do conhecimento tem sido tratada como

objeto de estudos em diferentes campos do conhecimento. Esta pesquisa está concentrada em alguns desses campos, dentre os quais podemos destacar a ciência da informação (CI) e a ciência da computação (CC).

Para a identificação de documentos nos campos da CI e da CC, foram consultadas bases de dados de documentos científicos no portal de periódicos da CAPES⁴ e na biblioteca digital Citeseer⁵. Esta última proporciona análises estatísticas das citações para todos os documentos do repositório, o que possibilita ao pesquisador tomar conhecimento da opinião dos seus pares em relação ao artigo em questão e, em consequência, de sua aceitação pela comunidade. No que diz respeito ao portal de periódicos da CAPES, as editoras consultadas foram: i) *Association Computing Machinery*, conhecida como portal ACM; ii) *Journal Multimedia Tools and Applications*; e, iii) *IEEE MultiMedia*. A primeira dissemina literatura de diversas áreas da CC, destacando a inteligência artificial, área na qual há várias publicações sobre ontologias. As duas últimas disseminam publicações sobre sistemas multimídia e hipermídia, bibliotecas digitais e ciências da Web; além de revisões de literatura sobre ferramentas e aplicações emergentes. Pesquisas também foram realizadas nas revistas classificadas na categoria Qualis tanto da CI quanto da CC, além da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)⁶.

Para a recuperação dos documentos nas bases de dados científicas, foi empregada a técnica de busca por palavras-chave que refletem o universo do assunto. O propósito foi identificar e selecionar documentos relacionados com o problema da pesquisa, em que os autores procuraram resolver o mesmo problema ou um problema semelhante. Esta etapa foi composta de três partes: i) levantamento dos trabalhos relacionados; ii) estudo destes trabalhos; e, iii) análise dos trabalhos, que resultou em um resumo crítico apontando as características de cada uma das abordagens.

3 REPRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS (MULTIMÍDIA): PANORAMA ATUAL

Mey (1995) considera representação uma forma de simplificar a busca por um item fazendo com que o mesmo encontre seu usuário e que este encontre seu item. Velluci (1998) aponta que o advento da *Internet* potencializou o esforço de especialistas em

⁴ Disponível em: <<http://www.periódicos.capes.gov.br>>.

⁵ Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu>>.

⁶ Disponível em: <<http://bdtb.ibict.br>>.

informação para melhorar métodos de descrição, organização e recuperação de objetos digitalizados acessados remotamente. Alvarenga (2003) contribui nessa perspectiva afirmando que no novo contexto de produção, organização e recuperação de objetos digitais, as metas de trabalho não se restringem à criação de representações simbólicas dos documentos constantes de um acervo. Compreendem a criação de novas formas de escrita para os hipertextos e a criação dos denominados metadados, muitos dos quais podem ser extraídos diretamente dos próprios objetos.

Na representação descritiva de documentos, tanto de natureza bibliográfica quanto de caráter multimídia, a criação e uso de metadados tornam-se essenciais para a padronização e descrição de recursos informacionais, pois promovem a interpretação uniforme e universal, em qualquer idioma e em qualquer tipo de unidade de informação. O uso de metadados é uma prática antiga na área de biblioteconomia (TAYLOR, 2004; ABBAS, 2010; CASTRO; SANTOS, 2012), uma vez que o processo de catalogação e indexação sempre foi realizado no intuito de organizar, descrever e melhorar o acesso à informação. Citam-se os formatos para dados bibliográficos *Machine Readable Cataloging Record* (MARC) e o condensado MARC21, produzidos pela *Library of Congress* a partir da década de 60 pelos avanços computacionais na época. Tal padrão de metadados tem destaque como formato de intercâmbio que adaptou as regras de catalogação do *Anglo-American Cataloging Rules* (AACR2) para sistemas informatizados. Atualmente, um novo código de catalogação denominado *Resource Description and Access* (RDA) surge como uma forma de auxiliar a interoperabilidade de metadados das bibliotecas, tendo em vista a grande quantidade de padrões de metadados usados por essas instituições no mundo todo (CASTRO; SANTOS, 2012).

O padrão de metadados Dublin Core⁷ (adaptado do formato MARC) é usado como suplemento de métodos existentes para pesquisa e indexação de metadados baseados na *Web*, promovendo descrição para qualquer tipo de recurso, incluindo várias coleções de documentos e de mídias. Vellucci (1998) assinala, no entanto, a importância da convergência de esforços, no intuito de conceber uma estrutura flexível para a organização e acesso a essas informações. Atualmente, as comunidades da *Web Semântica* e da DCMI (*Dublin Core Metadata Initiative*) progridem em caminhos paralelos e influenciam um ao

⁷ A primeira referência ocorreu em Dublin, Ohio, em 1995, e, desde essa data, o padrão tem sido continuamente refinado (TAYLOR, 2004). Informações adicionais em: <<http://dublincore.org>>.

outro em suas iniciativas de avanços tecnológicos. (ISQ, 2010). Desse modo, os padrões de metadados têm a capacidade de prover um vocabulário comum para descrever uma variedade de estruturas de dados capazes de satisfazer a várias comunidades.

Na comunidade arquivística (ABBAS, 2010; TAYLOR, 2004), também tem sido recorrente o uso de padrões de metadados na padronização da terminologia empregada nos planos de classificação para gestão e recuperação e na preservação documental buscando apoiar e facilitar a retenção em longo prazo da informação. Para esta comunidade, destaca-se a estrutura conceitual para metadados de preservação do *Open Archival Information System* (OAIS) ou sistema aberto de arquivamento de informações, que está sendo usada por várias instituições para identificar seus elementos de metadados específicos: *Cornell University*, as bibliotecas nacionais da Austrália e da Nova Zelândia, *On-line Computer Library Center* (OCLC), *Michigan Institute of Technology* (MIT), dentre outras. Como implementação específica pode-se citar o padrão *Encoded Archival Description* (EAD), um esquema de dados que possibilita aos arquivistas produzirem as bases conceituais da proveniência e desenvolverem descrições que facilitam a recuperação de documentos.

Abbas (2010) contribui na elucidação de alguns esquemas de metadados utilizados por comunidades de patrimônio cultural como museus, bibliotecas e arquivos. Os padrões de metadados são direcionados à crescente digitalização de coleções de objetos culturais. Os projetos de digitalização necessitam padronizar aspectos únicos de coleções culturais e de imagens, bem como fornecer dados administrativos para descrever a digitalização, os direitos autorais e as disposições de uso dos objetos. Nesse sentido, segundo o autor, destacam-se dois esquemas: i) o padrão semântico CDWA⁸ (*Categories for the Description of Works of Art*) e sua extensão CCO (*Cataloging of Cultural Objects*); e, ii) o VRA Core⁹ (*Visual Resources Association Core Categories*).

Na construção de um espaço organizado de informações, bibliotecários e catalogadores exercem um papel importante na criação de metadados, principalmente na transição de informações estáticas para espaços de conhecimento dinâmico que incluem os sistemas de bibliotecas digitais, por exemplo. Segundo Haslhofer et al. (2009), o papel dos usuários de sistemas de bibliotecas digitais mudou, tendo em vista que não são mais visitantes passivos: contribuem e colaboram ativamente com seus conhecimentos nesses

⁸ Disponível em: <http://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/intro_to_cco_cdwa.pdf> .

⁹ Disponíveis em: <<http://www.vraweb.org/projects/vracore4/>>.

sistemas. Haslhofer et al. (2009) ponderam que uma técnica eficaz que permite usuários executarem esta tarefa são as anotações.

Anotação é uma forma de tornar a informação explícita de modo a adicionar significado ao recurso. Um modelo de anotação define a forma real em que a anotação é manifestada (por meio de *tags*, atributos, relações e ontologias), e como esta é ligada ao conteúdo original anotado (BÜRGER et al., 2009). Além disso, podem-se incluir várias características, tais como: informação sobre o autor (se é humano ou máquina), periodicidade, ligações para conteúdo externo estruturado ou não estruturado, ou pode especificar a parte do conteúdo original que está sendo anotado. Consequentemente, uma anotação multimídia representa informação agregada a um objeto multimídia. Uma vez que esta informação agregada normalmente descreve o objeto, considera-se a sua representação de dados como metadados descritivos (SCHANDL et al., 2011).

Instituições (por exemplo, HILDEBRAND et al., 2010; PATTUELLI, 2011), que lidam com coleções de patrimônio cultural como bibliotecas, museus, dentre outras, já perceberam a importância de incorporar o conhecimento de usuários finais em termos de anotações no processo de catalogação, especialmente se o número de recursos digitais a ser gerenciado é grande e os recursos humanos disponíveis para catalogação desses itens são limitados. Nesse sentido, as anotações podem ser exploradas para aumentar a acessibilidade e a visibilidade de recursos digitais anotados, o que normalmente é de interesse de instituições culturais.

De acordo com Schandl et al. (2011), nos últimos anos, uma nova forma de anotação surgiu: a denominada *social tagging*, ou etiquetagem social. Caldas e Moreira (2009) contribuem quando elucidam as principais tecnologias, no âmbito da *Web 2.0*, que proporcionam “uma nova filosofia determinante de construção de páginas com uma interatividade maior com o usuário e um direcionamento na prestação de serviços” (CALDAS; MOREIRA, 2009, p.537). Tais tecnologias seriam a *Really Simple Syndication* (RSS), os *wikis*, as redes sociais, os *blogs* e a *folksonomia*. Este último, segundo os autores, seria um instrumento de indexação que representa uma mudança nos processos de organização e tratamento da informação na *Web*. Tal mudança estaria no fato de ser a indexação promovida por pessoas que disponibilizam e fazem uso dos documentos, ou seja, os próprios usuários.

Nesse contexto, a *Web* emerge como um espaço multivariado de comunicação e compartilhamento de recursos textuais, sonoros e icônicos, em que os documentos nela presentes são concebidos por humanos e, considerando a mudança para a próxima geração baseada na semântica, a importância da linguagem humana permanece. Um exemplo da importância da linguagem humana sobre o conteúdo na *Web* vem do sucesso das mídias sociais como *Twitter*¹⁰, *Flickr*¹¹, *Picasa*¹², *YouTube* e *Facebook*. O crescimento, por exemplo, do *Twitter* entre 2008 e 2009 foi de mais de 1.000% (NIXON et. al., 2011), e a cada ano há um crescimento do número de usuários publicando e consumindo conteúdo *on-line* em linguagem natural, além de outras mídias como fotos e vídeos. O portal das Organizações Globo (líder em notícias, esportes, entretenimento e vídeos) gere diariamente 5000 matérias, 500 novos vídeos e dezenas de *sites* em múltiplos domínios de informação (CAROLO, 2011). Tem como desafio criar e aplicar métodos eficientes de organizar uma variedade de conteúdos multimídias utilizando, para tal, modelos semânticos que objetivam organizar, de forma precisa, o conteúdo e transmiti-lo com significado (livre de ambiguidades) às máquinas e às pessoas usuárias.

Segundo Bontcheva e Cunningham (2011), o processo de vinculação de modelos semânticos em conjunto com a linguagem natural é referido como anotação semântica. Uren et al. (2005) ressaltam que as anotações semânticas são endereçadas especialmente para uso de máquinas em que conceitos e relacionamentos entre conceitos são formalmente explicitados nos documentos. Tais documentos não são necessariamente textuais, podendo envolver outros formatos de mídia, tais como imagens, fotos, sons, vídeos e animações. Segundo Nixon et al. (2011), a comunidade multimídia adota tecnologias da *Web Semântica* para anotar recursos midiáticos, entretanto ressaltam que anotações multimídias apresentam vários desafios, dentre eles: i) permitir que usuários descrevam o conteúdo de recursos multimídias usando ontologias de domínios específicos; ii) permitir que usuários localizem e anotem subpartes específicas dentro de um recurso da mídia, por exemplo, em regiões específicas de uma imagem ou objetos em movimento nas sequências de vídeos; e, iii) distinguir uma variedade de tipologias de metadados existentes, juntamente com o tratamento adequado da granularidade, da expressividade e do contexto

¹⁰ Disponível em: <<http://www.twitter.com>>.

¹¹ Disponível em: <<http://www.flickr.com>>.

¹² Disponível em: <<http://picasa.google.com>>.

intencionado para com as anotações. Tal realidade lança uma atenção especial no compartilhamento e no reuso de anotações multimídias.

Documentos digitais manifestados em tipos de mídia diversificados são indexados com base em padrões de metadados que, muitas vezes, divergem em nível sintático e semântico. Isso dificulta a interoperabilidade entre sistemas devido ao fato de os padrões de descrição de conteúdos serem usados em diferentes comunidades. Atualmente, há uma proliferação de formatos de metadados¹³ baseados em XML para expressar informação sobre objetos midiáticos (BÜRGER; HAUSENBLAS, 2007; GARCÍA et al., 2008; SCHANDL et al., 2011; DOMINGUE; FENSEL; HENDLER, 2011; NIXON et al., 2011). Como exemplos de formatos para imagem, têm-se: o metadado EXIF¹⁴ para fotos tiradas em câmaras digitais; o DIG35¹⁵ para parâmetros da imagem digital, criação da imagem, descrição de conteúdo (quem, o quê, quando e onde), história, direito e propriedade intelectual; e, o XMP¹⁶ para descrever imagens estáticas (*still images*) usando o padrão *Dublin Core* em seu modelo nativo RDF. Como exemplos de formatos para a indústria *broadcast*, têm-se os padrões de metadados desenvolvidos pela *European Broadcaster Union* (EBU): IPTC NewsML-G2 para descrever partes arbitrárias de vídeos e gerenciamento de direitos autorais; EBUCore, P-Meta e TV-Anytime¹⁷ para produção, arquivos e guias para programação eletrônica. Finalmente, como plataformas de compartilhamento de vídeos, têm-se *Yahoo!*, *Media RSS* e *Google Video sitemaps*, as quais fornecem seus próprios esquemas de metadados.

O padrão de metadados comumente usado para descrição de conteúdo multimídia é o MPEG-7¹⁸ ISO/IEC, formalmente nomeado *Multimedia Content Description Interface* e desenvolvido pela *Moving Picture Experts Group* (MPEG). O padrão fornece um vocabulário rico de conteúdo geral para multimídia (especialmente conteúdo audiovisual), incluindo descritores de baixo nível, extraídos da própria mídia e, de alto nível, destinados à descrição semântica. Entretanto, a falta de semântica formal do padrão não garante que os metadados MPEG-7 gerados por diferentes aplicações sejam mutuamente entendidos, causando sérios problemas de interoperabilidade nos processos de processamento e intercâmbio multimídias. (GARCÍA et al., 2008; ARNDT et al., 2009; NIXON et al., 2011).

¹³ Detalhes em: <<http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/XGR-vocabularies/#types>>.

¹⁴ Disponível em: <<http://www.exif.org/specifications.html>>.

¹⁵ Disponível em: <<http://xml.coverpages.org/FU-Berlin-DIG35-v10-Sept00.pdf>>.

¹⁶ Disponível em: <<http://partners.adobe.com/public/developer/en/xmp/sdk/XMPspecification.pdf>>.

¹⁷ Disponível em: <http://www.ontv.eu.com/standards_tva.html>.

¹⁸ Disponível em: <<http://mpeg.chiariglione.org/standards/mpeg-7>>.

Pesquisas recentes (GEURTS, OSSENBRUGGEN; HARDMAN, 2005; OSSENBRUGGEN, STAMOU; PAN, 2006; ARNDT et al., 2009; SCHANDL et al., 2011; ATEMEZING, 2011; NIXON et al., 2011) evidenciam que há uma necessidade de ir além dos padrões de metadados correntes para anotar e descrever recursos multimídias. Tais padrões, baseados em formatos e linguagens diversificados, não são interoperáveis e ainda possibilitam um *gap* semântico e conceitual entre usuário e máquina. Ateazing (2011) discorre sobre *gap* semântico como uma expressão usada para se referir ao desacordo entre a informação que pode ser extraída do dado e a interpretação que o usuário faz numa situação específica envolvendo o mesmo dado. No contexto multimídia, há uma falta de expressividade ou semântica associada aos seus padrões cujo foco de descrição afeta mais aspectos visuais de baixo nível como, por exemplo, a cor dominante de uma imagem do que aspectos de alto nível, como a retratação de uma pessoa em uma imagem. Desse modo, uma solução possível estaria na adoção de infraestrutura técnica da *Web Semântica*, como é o caso de ontologias (CHEBOTKO et al., 2007; BONTCHEVA; CUNNINGHAM, 2011), para melhor organizar a representação do conhecimento sobre o dado.

Durante a última década, surgiram várias iniciativas na produção de ontologias multimídias baseadas em RDF/OWL (TRONCY et al., 2007; ARNDT et al., 2009; STEGMAIER et al., 2009; NIXON et al., 2011; SCHANDL et al., 2011; ATEMEZING, 2011), cujos esforços objetivaram transformar padrões de metadados multimídias, como o MPEG-7, em formatos semelhantes às ontologias. Nesse contexto, destacam-se algumas iniciativas de ontologias multimídias cujos critérios de comparação (TRONCY et al., 2007) entre elas focam: i) o modo como a ontologia multimídia está ligada com a semântica do domínio; ii) a cobertura dada pelo padrão multimídia MPEG-7; e, iii) a escalabilidade e o raciocínio de modelagem envolvendo a conceituação. A seguir, a cronologia e a descrição de algumas dessas ontologias são apresentadas brevemente.

Em **2001**, Jane Hunter propõe uma tradução manual do MPEG-7 em RDFS (na época DAML-OIL) objetivando seu uso numa perspectiva da *Web Semântica* (HUNTER, 2001). Posteriormente, esta ontologia foi traduzida em OWL, estendida e harmonizada usando uma ontologia de alto nível denominada *ABC upper ontology* (LAGOZE; HUNTER, 2001), para aplicações envolvendo bibliotecas digitais. Sua versão atual compreende classes descritas em OWL *Full* para tipos de mídias como áudio, audiovisual, imagem, multimídia e vídeo. Em **2004**, Chrisa Tsinaraki, Panagiotis Polydoros e Stavros Christodoulakis propõem a ontologia

DS-MIRF (TSINARAKI, POLYDOROS; CHRISTODOULAKIS, 2005). A ontologia captura totalmente a semântica do esquema de descrição multimídia do MPEG-7 e tem sido integrada com ontologias OWL no domínio de Futebol e de Fórmula 1, de modo a demonstrar como o conhecimento de domínio pode ser integrado com construtores MPEG-7. A DS-MIRF tem sido direcionada para aplicações de bibliotecas digitais e *eLearning* (ensino eletrônico). Antoine Isaac e Raphael Troncy propuseram também, em **2004**, uma ontologia núcleo para o domínio audiovisual (ISAAC; TRONCY, 2004) fundamentada em várias terminologias advindas do MPEG-7, *TV Anytime* e *ProgramGuideML*. Em **2005**, Roberto García e Oscar Celma apresentaram a proposta denominada Rhizomik (GARCÍA; CELMA, 2005), que consiste num mapeamento de construtores XML *Schema* para construtores OWL. A ontologia cobre todo o padrão MPEG-7 e tem sido usada com outros esquemas XML abrangentes nos domínios de gerenciamento de direitos digitais e negócios eletrônicos. No mesmo ano de **2005**, Nikos Simou e colegas propuseram uma ontologia representada em OWL DL para descrição visual (BLOEHDORN et al., 2005), baseada no módulo visual do padrão MPEG-7. A ontologia é usada para análises de vídeos e imagens. Finalmente em **2007**, a necessidade de cobrir vários subdomínios multimídias (áudio, vídeo, notícias, imagem etc.), com distintos padrões de propriedades culminou na convergência de esforços na construção de ontologias multimídias abrangentes levando-se em consideração padrões multimídias existentes. Richard Arndt, Raphael Troncy, Steffen Staab, Lynda Hardman e Miroslav Vacura conceberam a ontologia COMM¹⁹ (*Core Ontology for Multimedia*) (ARNDT et al., 2009), um dos primeiros esforços nessa perspectiva. Sua versão atual contempla OWL DL e busca cobrir de forma genérica, um dado domínio que faça uso de conteúdo multimídia. Uma vantagem da COMM é que sua proposta abrange uma reengenharia completa do padrão MPEG-7, segundo a sua semântica intencionada, além de ser baseada em fundamentos ontológicos considerados semanticamente ricos, os quais são fornecidos pela ontologia de fundamentação DOLCE²⁰ e por princípios da engenharia de ontologias. Tais fundamentos facilitam a ligação com ontologias de domínios específicos devido a definições formais de conceitos de alto nível, isto é, categorias fundamentais como processos ou

¹⁹ Disponível em: <<http://comm.semanticweb.org/>>.

²⁰ Disponível em: <<http://www.loa.istc.cnr.it/DOLCE.html>>.

objetos físicos. A ontologia COMM é usada em projetos como o X-Media²¹ e o K-Space²², assistidos pela *European Commission*.

De acordo com Arndt et al. (2009), alguns modelos para anotação de conteúdo não multimídia são propostos por bibliotecários, como é o caso do FRBR que se propõe a especificar convenções para descritores bibliográficos de livros tradicionais. Na comunidade de patrimônio cultural (em inglês, *cultural heritage*), o modelo CIDOC-CRM foi concebido no intuito de definir uma estrutura formal para descrever conceitos e relacionamentos usados nas documentações do domínio, especialmente para instituições como museus. Um projeto de alinhamento entre o modelo FRBR e o modelo CIDOC-CRM (LIMA, 2008) iniciou-se em 2003, pelo grupo de trabalho composto por representantes do IFLA (*Internacional Federation of Library Associations*) e do ICOM (*International Council of Museums*). O projeto ainda encontra-se em andamento, mas a versão atual inovou-se com a inserção da dimensão temporal (categoria Evento) no novo modelo FRBR. Arndt et al. (2009) ressaltam que os modelos FRBR e o CIDOC-CRM não são vistos como uma boa prática para interoperabilidade (por falta de padrão em suas descrições), apesar de que as propostas de modelagem usadas nesses modelos são geralmente comparadas e complementares à abordagem de ontologias de fundamentação. Hunter (2002), na intenção de descrever objetos multimídias em museus, estabeleceu uma combinação entre o modelo CIDOC-CRM e o padrão MPEG-7, gerando uma ontologia MPEG-7 especializada em tal modelo.

Uma abordagem recente proposta pelo W3C é o enriquecimento semântico sobre dados abertos e vinculados, também conhecido como iniciativa LOD - *Linked Open Data* (BERNERS-LEE, 2006). A proposta é usar os padrões abertos concebidos pelo W3C em projetos para a *Web Semântica* a fim de interligar e anotar dados reutilizando vocabulários, ontologias e esquemas de metadados. Nesse sentido, busca-se uma visão integrada de dados e uma maximização da interoperabilidade semântica entre conjuntos de dados (*data sets*) de produtores e consumidores de conteúdo na *Web*. Schandl et al. (2011) destacam duas questões sobre anotação de dados num contexto de interoperabilidade envolvendo a *Web* de dados, a saber: i) como representar anotações de dados; e, ii) como identificar fragmentos em objetos de mídia. Observam-se lacunas envolvendo *Linked Data* para propósitos de gerenciamento de metadados multimídias. Há uma discrepância entre a

²¹ Disponível em: <<http://www.x-media-project.org/>>.

²² Disponível em: <<http://k-space.eu/>>.

necessidade de dados multimídias e o que é oferecido geralmente para publicação e consumo de *Linked Data*. A falta de métodos para gerar *links*, em nível semântico, para mídias e entre mídias torna-se um problema nessa perspectiva. Alguns modelos, *frameworks* e projetos que buscam tratar tais questões são encontrados na literatura e são, brevemente, descritos a seguir.

O primeiro modelo de anotação com tecnologias da *Web Semântica* surgiu nos anos 2000 com o projeto Annotea²³. O modelo utiliza a linguagem RDF para representar anotações de dados em *Websites*, contudo oferece capacidade limitada para anotação de objetos multimídias. Outros projetos têm estendido o modelo Annotea no sentido de permitir anotar segmentos de objetos multimídias na *Web* utilizando princípios do paradigma *Linked Data*, como identificação das anotações por meio de *Uniform Resource Identifiers* (URI). O *framework* de anotação multimídia LEMO (HASLHOFER et al., 2009) utiliza o modelo Annotea como base para suas anotações. A ferramenta se utiliza dos princípios *Linked Data* para identificar fragmentos dentro de um objeto multimídia, fornecendo um rico vocabulário para endereçar partes de recursos MPEG e codificar esta informação em um fragmento URI. O grupo de trabalho do W3C para fragmentos de mídia (*W3C Media Fragments Working Group*²⁴) lida atualmente com a recomendação para formatos de mídias independentes e meios padronizados de endereçar fragmentos de mídia espaciais e temporais na *Web* usando URI. Segundo Schandl et al. (2011), a maioria das propostas de trabalho envolvendo anotações são focadas na descrição e na localização de fragmentos, não tendo a preocupação em definir o conceito da anotação. Desse modo, o grupo de trabalho do W3C para anotação de mídias (*W3C Media Annotations Working Group*²⁵) vem se esforçando para melhorar a interoperabilidade entre esquemas de metadados multimídia.

Atemezing (2011) contribui com a proposta da *M3 Ontology Network* aplicada em um caso real dentro do projeto de pesquisa Espanhol Buscamedia²⁶. A ontologia M3 busca reduzir o *gap* semântico no domínio de conteúdo multimídia. Para tal, em seu desenvolvimento fez-se o reuso de conceitos das ontologias multimídias *COMM*, *Media*

²³ Disponível em: <<http://www.w3.org/2001/Annotea/Papers/www10/annotea-www10.html>>.

²⁴ Disponível em: <<http://www.w3.org/2008/WebVideo/Fragments/>>.

²⁵ Disponível em: <<http://www.w3.org/2008/WebVideo/Annotations/>>.

²⁶ Disponível em: <<http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/index.php/en/ontologies/224-buscamedia-ontologies-m3>>.

Ontology, *VDO Boemie* e *Music Ontology*, utilizando-se de metodologia voltada a cenários para construção de ontologias em rede (com aspectos colaborativos de desenvolvimento e reuso de ontologias).

Carolo (2011) expõe os projetos iniciados em 2009 para gestão de conteúdo *Web* do portal das Organizações Globo envolvendo anotação semântica e ontologias. A gestão de conteúdo do portal envolve grande quantidade de matérias, vídeos e *sites* em múltiplos domínios de informação. A interface da ferramenta de anotação semântica adapta-se à ontologia por meio de campos e valores disponíveis, e as anotações ficam armazenadas em um banco de triplas. O projeto de modelagem conceitual envolvendo a construção de ontologias de base (ou de alto nível), bem como de ontologias dentro de cada domínio é orientado por uma ontologia de fundamentação, a *Unified Foundational Ontology* (UFO) (GUIZZARDI; WAGNER, 2009). Segundo Carolo (2011), o uso de ontologias promove novas formas de organizar conteúdos do portal Globo.com promovendo recuperação eficaz de conteúdo por meio de relações explícitas e de mecanismos de inferências. Os projetos ainda almejam usar bases de conhecimento já consolidadas na *Web* de dados, explorando, desse modo, o paradigma *Linked Open Data*.

O projeto do portal semântico do Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC) (SOUZA; SILVA; HIGUCHI, 2011) envolve o desenvolvimento de ontologias para descrição de conteúdo multimídia e de domínio específico para possibilitar a integração de seus sistemas junto a *Web* de dados. O projeto prevê a migração de todo o acervo atual para uma base de dados comum em formato RDF *triplestore*, e a unificação dos padrões de descrição entre todos os fundos e sistemas. Desse modo, pretende-se oferecer uma interface única para buscas temáticas transversais e integradas, utilizando-se conceitos e categorias de conceitos relativos ao domínio da História Contemporânea Brasileira.

Os casos relatados expõem comunidades que exploram o uso de ontologias e padrões de metadados para agregar conhecimento em anotações a fim de realizar organização e integração de informações multimídias em diferentes domínios. Permitem evidenciar que há esforços no desenvolvimento de padrões de metadados, vocabulários controlados e ontologias formais na tentativa de melhor representar informações visando à recuperação semântica. Além disso, as comunidades buscam disseminar seus produtos e acervos através de bibliotecas, portais e bases de dados digitais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sistemas de informação automatizados geralmente utilizam bases de dados para descrever (ou anotar) e armazenar características dos recursos de informação disponíveis nas instituições. Um problema comumente verificado nas instituições que fazem uso de tais sistemas está no tratamento integrado das bases de dados, geralmente heterogêneas e em formatos multimídias e, na ausência de padronização, nos formatos de descrição. A descrição de inúmeros itens geralmente é realizada de maneira independente, com padrões idiossincráticos de descrição, ressaltando diferentes características a serem descritas e diferentes terminologias para descrevê-las. Tal prática culmina em situações problemáticas para os sistemas de recuperação da informação como, por exemplo: i) busca feita por palavras (dados, não informações), o que dificulta maior visibilidade do acervo sob a ótica dos usuários e, conseqüentemente, dos mecanismos de busca; ii) falta de contexto nos itens midiáticos descritos (por exemplo, como fotos e vídeos se relacionam com o texto?); iii) ambiguidade conceitual (de qual conceito precisamente está se falando?); e, iv) pouca relevância para o recurso recuperado.

Conteúdos multimídias necessitam ser descritos e interpretados semanticamente por agentes humanos (usuários) e por agentes computacionais. No domínio multimídia, existem lacunas associadas a questões de interoperabilidade envolvendo anotações realizadas sobre recursos multimídias. No estado da arte, apresentado no capítulo 3, ficou evidente que há grande esforço empreendido para resolver o que se tem denominado na literatura de *gap* semântico. Tal problema envolve a falta de expressividade ou semântica associada a muitos padrões na área multimídia que, em sua maioria, descrevem aspectos visuais de baixo nível como, por exemplo, a cor predominante de uma imagem. O padrão internacional MPEG-7, comumente usado para anotação de recursos multimídias, possui descritores para mídias, entretanto não é completamente apropriado para descrever conteúdo multimídia por duas razões: i) falta de abertura para padrões que representam conhecimento e fazem uso de vocabulários controlados existentes; e, ii) ausência de semântica formal em seu esquema XML, o que impede diretamente o processamento pela máquina de anotações de conteúdo semântico.

A necessidade de interoperabilidade entre diferentes padrões e metadados que descrevem documentos multimídia pode ser um benefício para acesso e (re)uso de

conteúdos disponíveis na *Web* de dados. Atualmente, a comunidade multimídia, ciência da *Web* e bibliotecas digitais vêm advogando o uso de tecnologias abertas e preconizadas pelo W3C. Trata-se do uso de ontologias para descrever semanticamente recursos multimídias na intenção de promover melhorias na organização da informação digital e na transmissão de significado no processo de recuperação da informação. Presentemente, muitos formatos de metadados multimídias no escopo da *Web Semântica* estão disponíveis para variadas finalidades e contextos, como pôde ser conferido no capítulo 3.

Considera-se, assim, que esforços na construção de ontologias podem ser poupados, tendo em vista a exploração de vocabulários existentes e disponíveis para reuso em comunidades de interesse. Contudo, surgem desafios na identificação e seleção de uma variedade de padrões de metadados, vocabulários e ontologias disponíveis e que precisam ser compatíveis com as entidades reais de um domínio específico. Tais desafios encontram-se: i) no alinhamento de vocabulários e ontologias que refletem aspectos de interoperabilidade semântica e sintática para o provimento de compartilhamento entre sistemas e aplicações na *Web*; ii) na modelagem conceitual adequada para representar consensualmente parte da realidade de um domínio; iii) no aspecto de usabilidade envolvendo usuários na geração de metadados semânticos em que são necessárias formas harmônicas de interação com o *software* e os dados; e, iv) na manutenção das ontologias, que envolvem a atualização do conhecimento proveniente de fontes externas, além de alinhamento sintático e semântico envolvendo os dados destas. Abrem-se, portanto, oportunidades de pesquisa em CI e CC voltadas a tecnologias eficientes para geração, exposição, descobrimento e consumo de recursos multimídias semanticamente vinculados na *Web*.

REFERÊNCIAS

ABBAS, June. **Structures for organizing knowledge**: Exploring Taxonomies, Ontologies, and Other Schema. New York: Neal-Schuman Publishers, 2010.

ALLEMANG, D.; HENDLER, J. **Semantic web for the working ontologist**: modeling in RDF, RDFS and OWL. Mariland: Elsevier, 2008.

ALVARENGA, Lídia. Representação do conhecimento da perspectiva da Ciência da Informação em tempo e espaço digitais. **Enc. Bibli. R. Eletron. Bibliotecon. Ci. Inf.** Florianópolis, n.15, 2003. Disponível em: <<http://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2003v8n15p18/5233>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

ARNDT, R. et al. **COMM**: A core ontology for multimedia annotation. [S.l.] [s.n.] 2009. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.154.5510>>. Acesso em: 2 out. 2011.

ATEMEZING, Ghislain Auguste. **Analyzing and ranking multimedia ontologies for their reuse**. Tesis (Master). Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2011.

BERNERS-LEE, T; HENDLER, J.; LASSILA, O. The semantic web. **Scientific American**, v. 284, n. 5, p.34-43, May 2001.

BERNERS-LEE, T. **Linked Data - Design Issues**. [S.l.] [s.n.] 2006. Disponível em: <<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

BLOEHDORN, Stephan et al. Semantic annotation of images and videos for multimedia analysis. In: EUROPEAN SEMANTIC WEB CONFERENCE, 2., 2005. **Proceedings...** [S.l.] ESWC, 2005.

BONTCHEVA, Kalina; CUNNINGHAM, Hamish. Semantic annotations and retrieval: manual, semiautomatic, and automatic generation. In: DOMINGUE, John; FENSEL, Dieter; HENDLER, James A. **Handbook of semantic web technologies**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. cap. 21, p.911-975.

BÜRGER, T., HAUSENBLAS, M. Why real-world multimedia assets fail to enter the semantic web. In: SEMANTIC AUTHORING, ANNOTATION AND KNOWLEDGE MARKUP WORKSHOP (SAAKM), 2007. **Proceedings...** Whistler: CEUR-WS.org., 2007.

BÜRGER, T. et al. **Report on the state-of-the-art and requirements for annotation representation models**. [S.l.] [s.n.], 2009. (INSEMTIVES Deliverable D2.1.1). Disponível em: <http://www.insemtives.eu/deliverables/Insemtives_d2.1.1.pdf> Acesso em: 5 jul. 2012.

CALDAS, Wagner Ferreira; MOREIRA, Manoel Palhares. Folksonomia e classificação de etiquetas: estudo de caso Flickr. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 10., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ANCIB, 2009.

CAROLO, Fernando. Gestão de conteúdo *WEB* com ferramentas semânticas na Globo.com. In: *ONTOBRAS-MOST*, 2011, Gramado. Gramado: UFRGS, 2011. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/ontobrasmost2011/arquivos/apresentacoes/GLOBO_Ontobras2011.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2013.

CASTRO, F. F. de; SANTOS, P. L.V. A. C. Ambientes informacionais digitais à luz da catalogação descritiva: a interoperabilidade em foco. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 13., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANCIB, 2012.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

CHEBOTKO, Artem et al. An ontology-based multimedia annotator for the semantic web of language engineering. In: SHETH, Amit; LYTRAS, Miltiadis. **Semantic web-based information systems: state-of-the-art applications**. Hershey: Cybertech Publishing, 2007. cap. 6, p.140-160.

DOMINGUE, John; FENSEL, Dieter; HENDLER, James A. **Handbook of semantic web technologies**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

- GARCIA, R.; CELMA, O. Semantic integration and retrieval of multimedia metadata. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON KNOWLEDGE MARKUP AND SEMANTIC ANNOTATION, 5., Galway. **Proceedings...** Galway [s.n.] 2005. p. 69–80.
- GARCÍA, R. et al. Multimedia content description using semantic web languages. In: KOMPATSIARIS, Y.; HOBSON, P. (Ed.). *Semantic multimedia and ontologies: theory and application*. Berlin: Springer, 2008. p.17-34.
- GEURTS, J.; OSSENBRUGGEN, J. V.; HARDMAN, L. Requirements for practical multimedia annotation. In: EUROPEAN SEMANTIC WEB CONFERENCE, 5., Heraklion. **Proceedings...** [S.l.]: Springer, 2005. p. 4-11. Workshop on Multimedia and the Semantic Web
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GILLILAND-SWETLANDO, Anne J. **Introduction to metadata: setting the stage**. [S.l.] [s.n.] 2000. Disponível em: <www.getty.edu/research/conducting_research/standards/intrometadata/pdf/swetland.pdf>. Acesso em: 12 maio 2005.
- GRUBER, T. What is an ontology? [S.l.] [s.n.] 1993. Disponível em: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 3 ago. 2013.
- GUARINO, N. **Formal ontology in information systems**. [S.l.] [s.n.] 1998. Disponível em: <<http://citeseer.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=E88DA9B5B5A9797C83C1F2E3C907991F?doi=10.1.1.29.1776&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 3 set. 2013.
- GUIZZARDI, G. **Ontological foundations for structural conceptual models**. Tese (Doutorado em Ciência da Computação). Enschede: Universidade de Twente, 2005. 416 p.
- GUIZZARDI, G.; WAGNER, G. **Using the Unified Foundational Ontology (UFO) as a foundation for general conceptual modeling languages**. Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- HASLHOFER, B.; JOCHUM, W.; KING, R.; SADILEK, C.; SCHELLNER, K. The LEMO annotation framework: weaving multimedia annotations with the Web. **International Journal on Digital Libraries**, v.10, n.1, p.15–32, 2009.
- HILDEBRAND, M.; OSSENBRUGGEN, J. van; HARDMAN, L.; WIELEMAKER, J.; SCHREIBER, G. **Searching in semantically rich linked data: a case study in cultural heritage**. [S.l.] [s.n.] 2010. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=179DEB9CD4388DE9FC4074CDE7FF1BCE?doi=10.1.1.154.3789&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 2 out.2011.
- HUNTER, J. Adding multimedia to the semantic web – building an MPEG-7 ontology. In: INTERNATIONAL SEMANTIC WEB WORKING SYMPOSIUM, 1., 2001, Stanford. **Proceedings...** Stanford [s.n.] 2001. p. 261–281.
- _____. Combining the CIDOC CRM and MPEG-7 to describe multimedia in museums, In: MUSEUMS AND THE WEB INTERNATIONAL CONFERENCE, 2002, Boston. **Proceedings...** Boston [s.n.] Apr. 2002.
- ICOM CIDOC. Documentation Standards Group. **Definition of the CIDOC conceptual reference model**. Version 4.2, June 2005. [S. l.] : [s. n.], 2005. Disponível em: <http://cidoc.ics.forth.gr/docs/cidoc_crm_version_4.2.pdf>. Acesso em: jul. 2013.
- IFLA (International Federation of Library Associations and Institutions). Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records. **Functional Requirements for**

Bibliographic Records. Munique: K.G. Sauer Verlag, 1998. 144p. Disponível em:
<<http://www.ifla.org/VII/s13/frbr/frbr.pdf>>. Acesso em: jul. 2013.

ISAAC, A.; TRONCY, R. Designing and using an audio-visual description core ontology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, 14., 2004, Whittlebury. **Proceedings...** Whittlebury: [s.n.], 2004.

INFORMATION STANDARDS QUARTERLY. Baltimore: NISO, v.22, n.2, Spring, 2010. Special Issue: Digital Preservation. Disponível em:
<http://www.niso.org/publications/isq/free/FE_DCMI_Harper_isqv22no1.pdf>. Acesso em: jul. 2013.

LAGOZE, C.; HUNTER, J. The ABC ontology and model (v3.0). **Journal of Digital Information**, v. 2, n. 2, 2001.

LIMA, J. A. O. **Modelo genérico de relacionamentos na organização da informação legislativa e jurídica.** 2008. 289f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297p.

MEY, Eliane Serrão Alves. **Introdução à catalogação.** Brasília: Briquet de Lemos Livros, 1995.

NIXON, Lyndon et al. Multimedia, broadcasting, and e-culture. In: DOMINGUE, John; FENSEL, Dieter; HENDLER, James A. **Handbook of semantic web technologies.** Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. cap. 21, p. 911-975.

OSSENBRUGGEN, J.V.; STAMOU, G.; PAN, J. Z. Multimedia annotations and the semantic web. **IEEE MultiMedia**, v.13, n.1, p.86-90, 2006.

PATTUELLI, Maria Cristina. Modeling a domain ontology for cultural heritage resources: a user-centered approach. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 314-342, 2011.

SCHANDL, B. et al. **Linked Data and multimedia:** the state of affairs. Multimedia Tools and Applications, [S.l.], online first, 2011. p.1-34.

SILVA, D. L. da; SOUZA, R. R.; ALMEIDA, M. B. Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção. **Ciência da Informação**, v. 37, n.3, p. 60-75, 2008.

SOUZA, Renato Rocha; SILVA, Daniela Lucas da; HIGUCHI, S. Desenvolvimento de ontologias para o Portal Semântico do CPDOC. In: **ONTOBRAS-MOST**, 2011, Gramado. Gramado: ONTOBRAS-MOST, 2011.

TAYLOR, A. G. **The organization of the information.** 2. ed. Westport: Libraries Unlimited, 2004. 417 p.

TRONCY, R. et al. Mpeg-7 based multimedia ontologies: interoperability support or interoperability issue? In: WORKSHOP ON MULTIMEDIA ANNOTATION AND RETRIEVAL ENABLED BY SHARED ONTOLOGIES (MARESO), 1., 2007, Genova. Genova: [s.n.] 2007. p. 2–16.

TSINARAKI, C.; POLYDOROS, P.; CHRISTODOULAKIS, S. Interoperability support for ontology-based video retrieval applications. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE AND VIDEO RETRIEVAL, 3., 2005, Dublin. **Proceedings...** Dublin: [s.n.], 2005, p. 582–591.

UREN, V., et al. Semantic annotation for knowledge management: requirements and a survey of the state of the art. **Journal of Web Semantics**, v.4, n.1, p. 14–28, 2005.

VELLUCI, Sherry L. Metadata. **Annual Review of Information Science and Technology**, v.33, p.189-222, 1998.