

DIRETRIZES PARA A APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS NA INTERLIGAÇÃO DE DADOS GOVERNAMENTAIS ABERTOS BRASILEIROS

GUIDELINES TO ONTOLOGY APPLICATION IN THE BRAZILIAN LINKED GOVERNMENTAL OPEN DATA

Lucas de Lima Rocha
lucasdlrocha@gmail.com

Maria Luiza de Almeida Campos
marialuizalmeida@gmail.com

Leonardo Cruz da Costa
leo.cruz@yahoo.com.br

Universidade Federal Fluminense

Resumo: Ontologias são ferramentas importantes para a interligação informacional em ambientes digitais, sobretudo por serem capazes de explicitar as relações existentes entre diferentes entidades. Através da perspectiva da Web Semântica, encarada como um cenário no qual todas as informações da Web estariam interligadas umas às outras, este estudo objetiva identificar diretrizes de ontologias que sejam úteis à interligação de informações governamentais no contexto brasileiro. A lista produzida é indicada a todos os que desejam modelar ou escolher ontologias que possam servir à perspectiva de Dados Governamentais Interligados e Abertos, levando em conta o contexto brasileiro através da Lei de Acesso à Informação.

Palavras-Chave: Ontologia. Dados Interligados Governamentais e Abertos. Web Semântica. Lei de Acesso à Informação.

Abstract: Ontologies are important tools to linking digital information, hence they are capable of explicit the existing relations in different entities. Through the Semantic Web perspective, seen as a scenario where all the Web information are linked to one another, this study aims to identify ontologies guidelines that are useful to linking governmental information in the Brazilian context. The final list produced is indicated to anyone who wishes to model or to choose ontologies that can serve to the Linked Open Governmental Data's perspective, taking in account the Brazilian context through the Information Access Law.

Keywords Ontology. Linked Open Governmental Data. Semantic Web. Brazilian Information Access Law.

1 INTRODUÇÃO

O cenário de produção informacional, atualmente, é desproporcional ao cenário de organização informacional, principalmente no espaço digital: se por um lado a Web se apresenta como um lugar democrático, no qual qualquer pessoa com as ferramentas e o conhecimento necessários para disponibilizar informações pode publicá-las, por outro é difícil recuperar com precisão essas informações, uma vez que elas são produzidas e indexadas, majoritariamente, em linguagem natural. A partir desse cenário, Ramalho, Vidotti e Fujita (2007, n.p.) afirmam que “os modelos clássicos de representação e recuperação de informações precisam ser (re)pensados sob diferentes perspectivas”.

Repensá-los significa encontrar uma maneira de tornar a Web um lugar em que o processo de busca informacional não se torne apenas mais ágil, mas também mais inteligente e assertivo. A linguagem natural possui inúmeros problemas no que tange à recuperação informacional – o número de sinônimas e homônimas, por exemplo, é um aspecto que mascara ou torna excessiva a quantidade de informações recuperadas.

É pensando nesse sentido que esforços vêm sendo feitos para tornar a Web um espaço informacional que recupere informação não só utilizando palavras, mas que possa, através de mecanismos inteligentes, “interpretar” o que elas significam. Com isso, também busca-se modelar essa Web de forma que ela não seja interpretável só por seres humanos, mas também por máquinas de processamento inteligente de dados, que, através de regras pré-estabelecidas, podem transformar esse espaço informacional em um lugar de sentido.

Essa perspectiva vem sendo estudada desde o início do século XXI através da proposta batizada de Web Semântica. Nessa Web, os recursos informacionais são descritos com significados bem definidos, proporcionando uma cooperação no trabalho entre pessoas e computadores (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001).

Essa nova perspectiva de informação, como um conjunto de dados estruturados, é útil a diversos domínios, uma vez que, nesse novo contexto semântico, as informações podem ser reutilizadas e apropriadas às particularidades de cada pessoa ou grupo de pessoas interessadas em determinado aspecto daquela(s) informação(ões). Nesse sentido, destacamos a importância desse cenário semanticamente modelado para as informações de caráter governamental.

Atualmente, a maior parte das informações disponibilizadas pelo governo brasileiro é apropriada apenas para a leitura humana. Essas informações, que versam sobre diferentes

assuntos governamentais, estão majoritariamente organizadas em formatos proprietários e em linguagem natural, se utilizando de textos, planilhas e imagens que não podem ser interpretados por agentes inteligentes de software.

Recuperar dados nesse cenário é uma tarefa que, indo contra o estabelecimento das diretrizes da Lei de Acesso à Informação – que manifesta ser “dever do Estado garantir o direito de acesso à informação, que será franqueada, *mediante procedimentos objetivos e ágeis, de forma transparente, clara e em linguagem de fácil compreensão*” (BRASIL, 2011, grifo nosso) –, não é fácil para o usuário comum: os próprios portais de transparência disponibilizam seus dados em formatos que não estabelecem conexões entre si e que não respondem bem a buscas.

É necessário que exista um mecanismo de recuperação da informação que lide com todas as particularidades do cenário governamental, ao mesmo tempo em que sejam acessíveis aos diferentes tipos de usuário e respondam bem a buscas, das mais simples às mais sofisticadas; um agente no processo de interligação desses conteúdos, que os ligue de forma criteriosa, não-ambígua e colaborativa, de forma que qualquer pessoa possa ser capaz de colaborar para que essa visão se torne realidade.

Nesse sentido, Campos (2006, p. 2) destaca que “na perspectiva da Web Semântica, este procedimento de controle de vocabulário vem sendo representado por um instrumento, que permite a representação e recuperação de dados e informações, denominado ontologia”. Breitman (2014, p. xi) também afirma a importância do controle do vocabulário através das ontologias, ao dizer que “a comunidade de Web Semântica aposta na utilização de ontologias, que fornecem uma *língua franca* na qual máquinas possam interagir de modo significativo”.

Visualizando a ontologia como uma ferramenta sofisticada que permite a interligação de informações e a possibilidade de descoberta de novos conhecimentos – tanto pelos seres humanos quanto pelos agentes inteligentes de software –, este estudo busca elencar diretrizes úteis a uma ontologia para que funcione em um cenário de interligação de dados governamentais no contexto brasileiro. Para isso, discutiremos brevemente a ideia de Web Semântica, fundamental para a concretização da interligação de dados; as especificações de Dados Governamentais Interligados e Abertos (DGIA) no Brasil; o conceito de ontologia, visto pela Ciência da Informação como um artefato tecnológico responsável por ser um agente no processo de interligações informacionais; e, por fim, apresentaremos as diretrizes para que uma ontologia funcione de forma eficaz na interligação de dados governamentais abertos no contexto brasileiro.

2 WEB SEMÂNTICA

O termo 'Web Semântica' foi melhor conhecido em 2001 através da publicação do artigo "The Semantic Web" por Tim Berners-Lee, James Hendler e Ora Lassila, na revista *Scientific American*. No texto, os autores preconizavam um novo tipo de Web, "que trará estrutura aos conteúdos significativos das páginas web, criando um ambiente no qual os agentes de software, transitando pelas páginas, poderão executar prontamente tarefas sofisticadas propostas pelos usuários" (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001). Os autores afirmam que a Web Semântica não é uma Web separada da atual, mas sim uma extensão da que já existe, na qual são atribuídos significados bem definidos às informações, permitindo que pessoas e computadores trabalhem de forma cooperativa.

A ideia da Web Semântica é a de que os dados disponíveis na Web sejam indexados de forma explícita, onde o relacionamento entre as páginas seja diferente do que é proposto por um *hiperlink*, por exemplo, no qual o ser humano deve interpretar o tipo de ligação existente entre duas coisas distintas. Essa perspectiva é chamada de Dados Interligados (BIZER; HEATH; BERNERS-LEE, 2009; PARUNDEKAR; KNOBLOCK; AMBIT, 2010; BAUER; KALTENBÖCK, 2012), que traz a ideia de que todas as informações disponíveis na Web, para que se atinja o cenário ideal da Web Semântica, estejam interligadas.

Para que seja possível a interligação de dados, é necessário um mecanismo que funcione como intermediador entre as informações e as relações existentes entre elas. A seguir, apresentamos as ontologias na perspectiva da Ciência da Informação, vista como artefatos tecnológicos responsáveis por ligar informações e explicitar as relações existentes, o que promove uma interligação com maior qualidade e consistência.

3 ONTOLOGIA E SEU USO NA INTERLIGAÇÃO INFORMACIONAL

Uma das maiores problemáticas acerca da estruturação da Web atual é a de que os computadores não possuem a capacidade de abstração humana; com isso, as informações são representadas de forma matemática para seu posterior processamento. E uma das preocupações da Ciência da Informação é a de identificar formas mais eficazes de representar o conhecimento; por isso, uma de suas linhas de pesquisa gira em torno da criação de mecanismos que auxiliem na busca e posterior recuperação da informação representada.

No contexto dos DGIA, a utilização de tecnologias que permitam a organização informacional e a explicitação do relacionamento entre as informações é indispensável. Com isso, a utilização de ontologias se mostra relevante para a interligação de dados, uma vez que essa ferramenta de controle terminológico possibilita a modelagem de um domínio e das relações entre os seus conteúdos.

Na Ciência da Informação, o termo ontologia passou a ser utilizado no final dos anos 1990, com o desenvolvimento da Web e dos ambientes digitais (SOERGEL, 1999; VICKERY, 1997). Smith (2003, p. 6) salienta a problemática da ‘Torre de Babel’, afirmando que diferentes grupos de organizadores de conhecimento possuem vocabulários diferentes para expressar suas representações informacionais. Ele afirma que “diferentes bases de dados podem utilizar nomes iguais com diferentes significados; ou o mesmo significado pode ser expresso através de nomes diferentes”. Com isso, as ontologias trabalhariam na desambiguação dessas representações, promovendo consistência naquilo que é representado em ambientes digitais.

Gruber (1993) afirma que uma “ontologia é uma especificação de uma conceituação”. Para o autor, o termo – emprestado da Filosofia – é uma proposta sistemática de existência, onde o que existe para a máquina é o que pode ser representado. O formalismo declarativo é o responsável por modelar o conhecimento daquele domínio específico, onde o universo do discurso é composto através dos objetos constituintes daquele domínio. O conjunto de objetos e os relacionamentos entre esses objetos são representados através de um vocabulário, que é apresentado em um programa baseado em conhecimento. As definições associam os nomes das entidades ao universo do discurso através de textos legíveis por humanos, e os axiomas formais garantem a restrição interpretativa da máquina.

Ontologias são capazes de potencializar a representação dos relacionamentos existentes entre os conceitos de um determinado domínio. São elas as responsáveis por explicitar formalmente qual é a ligação entre as entidades descritas, demonstrando de que forma se relacionam; com isso, possibilitam representações semânticas que não poderiam ser obtidas a partir de linguagem natural, e possibilitam novas formas de acesso através da realização de inferências, que aumentam a expressividade na recuperação da informação (VICKERY, 1997; SMITH, 2003; ZAFALON; RAMALHO, 2014).

Uma das grandes vantagens das inferências e do raciocínio automático é a possibilidade de permitir aos agentes de software que entendam e tirem conclusões lógicas sobre os dados existentes. Através das inferências é possível descobrir relações entre dados que se conectam,

permitindo a busca de conexões que não são tão simples de ser observadas. Isso também possibilita a elaboração de perguntas mais sofisticadas que o sistema será capaz de responder, desde que também sejam elaboradas dentro de princípios pré-estabelecidos. (USCHOLD; GRUNINGER, 1996; VIEIRA et al., 2005; FONSECA; AZEVEDO; ALMEIDA, 2014).

Aliar uma ontologia à perspectiva de DGIA é uma alternativa que visa facilitar a busca por assuntos que se mostrem correlacionados, uma vez que mecanismos menos complexos, como a atribuição de palavras-chave, traz consigo problemas concernentes à linguagem natural, tais como sinônimas, termos homônimos e ambiguidades. A utilização destas ferramentas de representação do conhecimento possibilita uma melhor estruturação daquilo que se quer representar, assim como restringe os significados que determinado termo pode ter em um dado contexto.

O grande diferencial das ontologias é a explicitação das relações entre diferentes instâncias com uma linguagem específica, que é capaz de ser compreendida tanto semanticamente por humanos quanto matematicamente por máquinas; e, a partir disso, essas relações são capazes de gerar conhecimento através de ligações entre diferentes instâncias que não foram previstas no momento da modelagem informacional.

Enquanto em modelos clássicos, como Tesouros e Vocabulários Controlados, a regra é a utilização de um modelo diádico – ou seja, dois elementos –, nas ontologias os elementos de uma declaração devem ser enunciados, assim como a relação existente entre elas. Enquanto em Tesouros temos, por exemplo, Coisa-propriedade, em ontologias temos, por exemplo, Coisa-<relação>-propriedade.

Outra função do uso dessas linguagens formais para definir relações é a capacidade que elas possuem para se integrar com outras ontologias. A questão da integração de ontologias e suas dificuldades vem sendo discutida na Ciência da Informação com alguma frequência nos últimos anos (CAMPOS, 2005, 2006; FARINELLI; MELO; ALMEIDA, 2013; SILVA; FARINELLI, 2014; MENDONÇA; ALMEIDA, 2014), e é importante salientar que os DGIA estão diretamente relacionados a esse assunto, uma vez que uma interligação consistente entre diferentes domínios é facilitada através dessas linguagens.

- Uma ontologia é capaz de representar dados completos e primários, uma vez que pode utilizar URI's (*Uniform Resources Identifiers*) que representam uma determinada instância na Web;

- Uma ontologia é capaz de representar dados atuais, contanto que seja constantemente alimentada;
- Uma ontologia é ferramenta importante para tornar a informação acessível de forma mais rápida e criteriosa;
- Uma ontologia preconiza dados processáveis por máquina, já que uma de suas funções é a produção de conhecimento através de inferências;
- Uma ontologia possibilita o acesso a informações de forma não-discriminatória, em formatos não-proprietários e de livre acesso, uma vez que, pela lógica de DGIA, trabalha com informações disponíveis a todos os cidadãos.

A utilização de ontologias é encarada como uma alternativa em um universo de diferentes métodos dentro da lógica de DGIA. Esses artefatos tecnológicos já eram apontados no texto seminal sobre Web Semântica (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001) como instrumentos que poderiam diminuir os conflitos terminológicos de diferentes bases de dados e aumentar a eficiência de buscas na Web, através de seu formalismo e de suas regras de inferência.

No Brasil, as discussões sobre as ontologias como mecanismos de representação de informações governamentais têm aumentado nos últimos cinco anos dentro da Ciência da Informação (ALVES; BAX, 2014; FARINELLI; MELO; ALMEIDA, 2013; RODRIGUES; SANT'ANA, 2012; MENEZES; DUARTE, 2011; RIBEIRO; ALMEIDA, 2011), sendo um dos principais aspectos analisados as capacidades de representação desses mecanismos. Para Sales, Campos e Gomes (2008), a representação do conhecimento em ontologias envolve, principalmente, a análise semântica, uma vez que esse artefato visa otimizar a recuperação da informação. Os conceitos da ontologia estão ligados por relacionamentos, e estudar de que maneira essas relações entre as informações acontecem é importante para que se chegue à melhor forma de disponibilizar a informação.

Além disso, é necessário ter em mente a adequação da ontologia para o cenário com o qual se deseja trabalhar. Schiessl e Bräscher (2012) afirmam que escolher uma ontologia tem por base o uso pretendido por uma comunidade de usuários e a aceitação desta por eles, através do compartilhamento de uma determinada visão de realidade, que Guarino (1998) chama de compromisso ontológico – ou seja, um acordo, implícito ou explícito, entre uma comunidade de usuários que está em consonância com suas necessidades.

Esse compromisso é importante porque ontologias representam a visão específica de um domínio através de um vocabulário, e essa representação pode ser contraditória quando entra em contato com outros domínios, tendo em vista questões ligadas a interoperabilidade.

A ideia de Dados Interligados está voltada, principalmente, para informações de caráter e interesse públicos, como, por exemplo, as informações governamentais. A seguir, apresenta-se a ideia de DGIA, como uma iniciativa que busca fazer com que as informações públicas possam ser disponibilizadas de forma que os cidadãos possam recuperá-las de forma mais rápida e menos burocrática.

4 DADOS GOVERNAMENTAIS INTERLIGADOS E ABERTOS

Um importante aspecto dos Dados Interligados é a utilização governamental das regras e diretrizes para a maior transparência sobre dados de caráter público. Para interligá-los, no entanto, é necessário que os dados estejam disponíveis em formato aberto. De acordo com o W3C Escritório Brasil (2010), os Dados Governamentais Abertos são aqueles que devem ser representadas em formato aberto e acessível, de tal modo que possam ser reutilizados, misturados com informações de outras fontes e gerar novos significados.

Eaves (2009), especialista em políticas públicas e ativista de Dados Abertos, estabeleceu três leis para os Dados Governamentais Abertos. São eles:

- 1) Se o dado não pode ser encontrado e indexado na Web, ele não existe;
- 2) Se não estiver aberto e disponível em formato compreensível por máquina, ele não pode ser reaproveitado; e
- 3) Se algum dispositivo legal não permitir sua replicação, ele não é útil.

Outros princípios foram elaborados para definir Dados Governamentais Abertos, e os adotados pelo Brasil foram escritos ainda em 2007, antes da parceria de Governo Aberto. Os oito princípios, disponíveis no Portal Brasileiro de Dados Abertos¹, são os seguintes:

- 1) **Completos.** Todos os dados públicos são disponibilizados. Dados são informações eletronicamente gravadas, incluindo, mas não se limitando a, documentos, bancos de dados, transcrições e gravações audiovisuais. Dados públicos são dados que não estão

¹ Dados abertos. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dados-abertos/>>. Acesso em: 5 fev. 2015.

sujeitos a limitações válidas de privacidade, segurança ou controle de acesso, reguladas por estatutos.

- 2) **Primários.** Os dados são publicados na forma coletada na fonte, com a mais fina granularidade possível, e não de forma agregada ou transformada.
- 3) **Atuais.** Os dados são disponibilizados o quanto rapidamente seja necessário para preservar o seu valor.
- 4) **Acessíveis.** Os dados são disponibilizados para o público mais amplo possível e para os propósitos mais variados possíveis.
- 5) **Processáveis por máquina.** Os dados são razoavelmente estruturados para possibilitar o seu processamento automatizado.
- 6) **Acesso não discriminatório.** Os dados estão disponíveis a todos, sem que seja necessária identificação ou registro.
- 7) **Formatos não proprietários.** Os dados estão disponíveis em um formato sobre o qual nenhum ente tenha controle exclusivo.
- 8) **Livres de licenças.** Os dados não estão sujeitos a regulações de direitos autorais, marcas, patentes ou segredo industrial. Restrições razoáveis de privacidade, segurança e controle de acesso podem ser permitidas na forma regulada por estatutos.

Além desses, outros dois princípios foram adicionados pela *Sunlight Foundation*². São eles:

- 9) **Permanência.** Refere-se à capacidade de encontrar informações através do tempo.
- 10) **Custos de uso.** Uma das grandes barreiras para o uso e para a disponibilização ostensiva de informações públicas é o custo imposto para o público para acessá-las – mesmo que esse custo seja mínimo.

Todas essas leis e princípios versam sobre boas práticas que devem ser feitas para que a ideia de Web Semântica para Dados Governamentais Abertos seja uma realidade. E, para se beneficiar dessa estruturação em exemplos concretos, fica claro que os princípios de interoperabilidade e padrões de dados são questões centrais. Nesse contexto, a ideia de Dados Interligados é fundamental. Bauer e Kaltenböck (2012) afirmam que

Para se beneficiar completamente dos Dados Abertos, é crucial que se coloque informações e dados em um contexto que crie novos conhecimentos e que possibilite serviços e aplicações mais poderosos. Os Dados Interligados Abertos

² Ten Open Data Principles. Disponível em: <<http://sunlightfoundation.com/policy/documents/ten-open-data-principles/>>. Acesso em: 2 maio 2015.

facilitam inovação e criação de conhecimento através de dados interligados, e é um importante mecanismo para gestão e integração de informação. (BAUER; KATENBÖCK, 2012, p. 17)

Ainda segundo Bauer e Kaltenböck (2012), existem dois importantes pontos de vista para a concretização dos Dados Interligados: publicação e consumo. Para que a proposta de Dados Governamentais Abertos (DGA) possa se concretizar de forma amplamente acessível e reutilizável, é preciso pensar na transição entre DGA para DGIA. Segundo os autores, esse caminho foi melhor discutido por Berners-Lee durante a apresentação do Modelo de Cinco Estrelas, onde são explicados os custos e os benefícios para a interligação de Dados Abertos através de cinco fases.

Quadro 1. O Modelo de Cinco Estrelas

QUANTIDADE DE ESTRELAS	BENEFÍCIOS PARA CONSUMIDORES	BENEFÍCIOS PARA PUBLICADORES
* A informação está disponível na web (em qualquer formato) sob licença aberta	Você pode ver, imprimir, armazenar localmente (no disco rígido ou em um armazenador USB) e pode armazenar dados manualmente em outro sistema.	É fácil de publicar.
** A informação está disponível de forma estruturada (por exemplo, uma tabela Excel ao invés da imagem de uma tabela)	Você pode acessar diretamente com softwares proprietários para agregar, fazer cálculos, visualizar, etc; e pode exportar para outro formato (estruturado).	É fácil de publicar.
*** Formatos não-proprietários são utilizados (por exemplo, CSV ao invés de Excel)	Você não precisa pagar por um formato do qual uma única entidade possui controle exclusivo.	É fácil de publicar.
**** Identificadores URI são utilizados para que as pessoas possam buscar por dados individuais	Você pode ligar os dados de qualquer outro lugar, seja na web ou em um servidor local, além de poder marcá-los e reutilizá-los, em parte ou totalmente.	Você deverá investir algum tempo dividindo e organizando seus dados, precisará atribuir URIs para os dados e pensar em formas de representar esses dados. Você também tem certo controle local sobre os dados e pode otimizar o seu acesso.
***** Dados estão ligados a outros dados para prover contexto	Você pode descobrir novos dados interessantes enquanto consome outras informações, além de possuir acesso ao esquema dos dados.	Você precisará investir recursos para ligar seus dados para outros dados na web. Você faz com que seus dados se tornem detectáveis e aumenta o valor deles.

Fonte: Bauer e Kaltenböck (2012) (Adaptado)

Os Dados Interligados Abertos são extremamente importantes para os campos da informação e gestão de dados, e já estão sendo utilizados por diversas organizações, produtos e serviços na criação de portais, plataformas e serviços baseados em internet e aplicações. Uma vez que são independentes de domínio e atravessam vários domínios diferentes, os Dados Interligados Abertos são muito mais vantajosos do que uma gestão tradicional de dados (BAUER; KALTENBÖCK, 2012).

A partir das exposições, fica clara a importância das ontologias como ferramentas importantes para a interligação de informações governamentais abertas. No entanto, é preciso descrever de que forma esses artefatos tecnológicos podem auxiliar na modelagem do domínio governamental.

A seguir, apresentamos as diretrizes que julgamos úteis para que uma ontologia funcione de forma eficaz, com qualidade e consistência para um cenário de DGIA.

5 APRESENTAÇÃO DAS DIRETRIZES PARA A APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS NA INTERLIGAÇÃO DE DADOS GOVERNAMENTAIS ABERTOS BRASILEIROS

A natureza das informações eletrônicas do governo brasileiro necessita de mecanismos que auxiliem na sua melhor recuperação. A Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011) preconiza que as informações sejam claras e de fácil acesso, e a ideia da apresentação das diretrizes – como “recomendações ou atividades a serem realizadas ou checadas” (CAMARGO; VIDOTTI, 2011) – para a utilização de ontologias como um mecanismo auxiliar à recuperação da informação se mostra relevante em um contexto no qual a produção informacional é alta e vêm de diversos locais diferentes.

A pluralidade que diz respeito às informações governamentais faz com que os produtores de informação, quando não possuem nenhuma recomendação a qual seguir, as produzam de forma desorganizada, levando em conta suas próprias experiências ao formato no qual essa modelagem deve ser feita. Ao se estabelecer diretrizes, objetiva-se obter uma lista de recomendações a partir das quais todos possam se basear, para que, com isso, novas aplicações sejam feitas através das informações, culminando em um compartilhamento mais eficaz.

Para a escolha de diretrizes úteis à interligação de DGIA com a utilização de ontologias, este estudo utilizou a metodologia ONTOMETRIC, desenvolvida por Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004). Ela consiste em um conjunto de características onde é possível analisar se uma ontologia

é adequada ou não àquilo que se deseja modelar. Os autores expõem uma lista de recomendações para a modelagem de uma ontologia qualquer, sem levar em conta seu domínio de conhecimento e suas particularidades, e, a partir deste conjunto de recomendações, aqueles que desejam representar conhecimento através de uma ontologia podem selecionar as que são interessantes ao seu domínio e à sua comunidade.

A metodologia visa apresentar uma sequência de recomendações em uma estrutura denominada pelos autores como multi-nível, objetivando a escolha de elementos que sejam apropriados para uma ontologia dentro do cenário informacional com o qual se deseja trabalhar. Nos níveis superiores das taxonomias em que as recomendações estão estruturadas, há cinco aspectos básicos para o qual qualquer interessado em implementar uma ontologia deve estar atento. São eles

o conteúdo da ontologia e a organização de seu conteúdo, a linguagem na qual é implementada, a metodologia que foi seguida para construí-la, as ferramentas de software utilizadas para construir e editar a ontologia e os custos que a ontologia necessitará em determinado projeto. (LOZANO-TELLO; GOMÉZ-PÉREZ, 2004, p. 6, tradução nossa)

A motivação do uso desta metodologia em específico mostra-se interessante uma vez que foi a que apresentou uma estrutura mais completa para a análise da ontologia em um cenário de interligação governamental. Através de seus diferentes fatores de recomendação e sua subdivisão em cinco dimensões diferentes, é possível visualizar as diferentes partes de uma ontologia e entender como cada uma delas pode ou não ser interessante para interligar informações no domínio governamental, foco deste estudo.

Para o escopo desta pesquisa, optamos, como critério de análise, excluirmos as recomendações que não possuíssem explicações, obtidas em Lozano-Tello (2002). As recomendações existentes cujas explicações não puderam ser encontradas foram retiradas da lista final, uma vez que, ao procurá-las em outras fontes, poder-se-ia incorrer no erro de interpretação de algumas das recomendações propostas pelos autores.

O conjunto de diretrizes propostas por essa pesquisa estrutura-se em cinco diferentes dimensões (Ferramentas, Linguagem, Conteúdo, Metodologia e Custos), onde cada uma delas é subdividida em fatores fundamentais que apontam características importantes para que a ontologia funcione consistentemente em um ambiente de interligação de dados governamentais abertos.

As seções seguintes buscam propor um conjunto de diretrizes que sejam mais adequadas à interligação de dados governamentais abertos de qualidade e consistência, levando em consideração as recomendações estabelecidas por Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004) e a realidade brasileira, configurada através da Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011).

5.1 DIRETRIZES DA DIMENSÃO 'FERRAMENTAS'

As diretrizes da dimensão 'Ferramentas' são compostas pelos seguintes fatores: Capacidades, Visualização, Edição, Interação, Aspectos Metodológicos, Aspectos Cooperativos e Integração.

No fator *Capacidades*, julgamos que os itens 'uso local' e 'uso em rede' fossem excluídos, uma vez que o item 'uso baseado em internet' já possibilita a execução das duas características anteriores.

Nos fatores *Visualização*, *Edição* e *Interação*, julgamos que todos os itens propostos pela metodologia ONTOMETRIC são importantes e devem estar presentes em uma ontologia.

Um dos fatores propostos por Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004) que não consta na lista de diretrizes da dimensão ferramentas é a de *Tradução*. Julgamos que esta dimensão não é imprescindível para a publicação de dados governamentais no contexto brasileiro, e, levando em conta o fator de custos, a ferramenta de tradução poderia significar um grande aumento nos preços de manutenção da ontologia, além de poder trazer consigo um sem-número de questões que influem em diversos aspectos do sistema no que diz respeito à integração. Apesar de esse ser um fator interessante para manter as informações a nível global, em um primeiro momento pode ser encarado como não tão importante para atender às demandas específicas da população brasileira. Por isso, foi decidido que, para o contexto de interligação de informações nacionais, sua presença não seja necessária.

Também julgamos que os itens das dimensões *Aspectos metodológicos*, *Aspectos cooperativos* e *Integração* são importantes e devem estar presentes em uma ontologia, com exceção da recomendação 'Ferramenta visualiza ontologias editadas', que pressupõe o bloqueio completo de uma ontologia quando uma pessoa estiver editando-a. No contexto de cooperação dos dados governamentais, essa ação dificultaria a edição de uma ontologia.

Quadro 2. Apresentação das diretrizes para utilização de ontologias em ambiente de dados interligados governamentais abertos (Dimensão: Ferramentas)

Dimensão: Ferramentas
CARACTERÍSTICA
CAPACIDADES (FATOR)
Uso baseado em internet
Interface clara para usuário
Tempo de resposta
Confiabilidade
VISUALIZAÇÃO (FATOR)
Navegadores mostram informação completa dos termos
Navegadores permitem seleção de detalhes
Navegadores mostram taxonomia
Navegadores mostram relações implícitas (<i>ad-hoc</i>)
EDIÇÃO (FATOR)
Ferramenta utiliza todas as capacidades de representação da linguagem
Ferramenta permite edição a qualquer momento
Ferramenta explicita graficamente a taxonomia
Ferramenta permite a definição de novas relações
INTERAÇÃO (FATOR)
Ferramenta permite uso independente
Ferramenta proporciona interfaces de acesso
Documentação da utilização de interfaces de acesso
Interfaces de acesso são de formatos abertos
Documentação da programação de interfaces de acesso
ASPECTOS METODOLÓGICOS (FATOR)
Ferramenta dá suporte todo o ciclo de vida
Ferramenta dá suporte a desenvolvimentos importantes de atividades
Ferramenta proporciona documentação sobre processos de construção
Ferramenta checa a consistência
ASPECTOS COOPERATIVOS (FATOR)
Ferramenta cria grupos de trabalho
Ferramenta permite trabalho simultâneo
Ferramenta visualiza termos editados
Ferramenta notifica mudanças ao grupo
Ferramenta identifica as mudanças do usuário
INTEGRAÇÃO (FATOR)
Dificuldade de referenciar novos termos
Ferramenta permite seleção de termos para integração
Ferramenta checa consistência na integração ou fusão
Assistência para fusão manual
Fusão semi-automática

Fonte: Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004)

5.2 DIRETRIZES DA DIMENSÃO 'LINGUAGEM'

As diretrizes da dimensão 'Linguagem' são compostas pelos seguintes fatores: Domínio de Conhecimento e Mecanismo de Inferência. O fator Domínio de Conhecimento se desdobra

em: Conceitos, Instâncias, Fatos, Afirmações; Atributos; Facetas; Relações; Taxonomias; Axiomas; e Regras de Produção. O fator Mecanismo de Inferência se desdobra em: Potencial de Raciocínio; e Mecanismo de Inferência.

No fator *Domínio de Conhecimento*, todos os subitens foram mantidos, uma vez que os julgamos importantes para que a ontologia funcione bem dentro do cenário de DGIA. *Conceitos*, *Atributos* e *Relações* são a base para a interligação dentro da perspectiva do modelo entidade-relacionamento; as *Taxonomias* são importantes para hierarquizar os termos e a relação que um possui com o outro dentro do domínio, facilitando a visualização; as *Facetas* são importantes para estabelecer as diferentes perspectivas de um mesmo termo e suas diferentes possibilidades de utilização; e os *Axiomas* são o que permitem que as ligações possam produzir conhecimento, diminuindo as ambiguidades através das restrições dos seus significados, e estão intimamente ligados ao mecanismo de inferência da ontologia; e as *Regras de Produção* permitem que valores de verdade ou mecanismos de encadeamento de produção de dados sejam efetuados, trazendo uma rotina que visa a consistência da informação gerada e interligada através das ontologias.

O fator *Mecanismo de Inferência* é dividido em *Potencial de Raciocínio* e *Mecanismo de Inferência* – uma subdivisão que repete o nome do fator acima. Nela, julgamos importante que todas as recomendações fossem mantidas, uma vez que suas funções permitem a descoberta de conhecimento não previsto pelo humano no momento da organização das informações disponibilizadas na ontologia.

Quadro 3. Apresentação das diretrizes para utilização de ontologias em ambiente de dados interligados governamentais abertos (Dimensão: Linguagem)

Dimensão: Linguagem
DOMÍNIO DE CONHECIMENTO (FATOR)
CONCEITOS, INSTÂNCIAS, FATOS, AFIRMAÇÕES
Permite instâncias nas classes
Tem metaclasses
Pode definir classes sem metaclasses
Permite fatos
Permite afirmações
ATRIBUTOS
Pode definir atributos de classes
Pode definir atributos de instâncias
Pode definir atributos locais
Pode definir atributos globais
Pode definir atributos polimorfos
FACETAS
Possui valores padrões de atributos
Possui tipos de atributos

Pode definir cardinalidade em atributos
Permite conhecimento regulamentado definido
Permite novas facetas
RELAÇÕES
N relações arbitrárias
Pode formar o tipo em relações
Pode formar o valor em relações
Possui definição operacional
TAXONOMIAS
Contém relação subclasseDe
Contém relação nãoEhUmaSubclasseDe
Pode definir decomposição exaustiva
Pode definir decomposição disjuntiva
AXIOMAS
Permite axiomas independentes
REGRAS DE PRODUÇÃO
Cada regra possui um mecanismo em cadeira definido
Cada regra possui uma prioridade definida
Procedimentos nas consequências das RP
Valores seguros nas RP
MECANISMO DE INFERÊNCIA (FATOR)
POTENCIAL DE RACIOCÍNIO
Axiomas mantêm a consistência
MECANISMO DE INFERÊNCIA
Mecanismo é completo
Mecanismo faz classificações automáticas
Mecanismo lida com exceções

Fonte: Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004)

5.3 DIRETRIZES DA DIMENSÃO 'CONTEÚDO'

As diretrizes da dimensão 'Conteúdo' são compostas pelos seguintes fatores: Conceitos; Relações; Taxonomias; e Axiomas.

Os conceitos, relações, taxonomias e axiomas são importantes nas informações presentes na ontologia, para que assim possam produzir conhecimento de forma criteriosa. Os *Conceitos* devem ser essenciais, assim como as *Relações*; ambos devem poder existir em um grande número, para que seja possível traduzir a pluralidade de instâncias no mundo dos DGIA. Os *Axiomas* são responsáveis por restringir os significados destes conceitos e relações, para que não existam problemas referentes a ambiguidades; e as *Taxonomias* são essenciais para criar hierarquias de organização, nas quais será possível identificar como os conteúdos estão organizados.

Quadro 4. Apresentação das diretrizes para utilização de ontologias em ambiente de dados interligados governamentais abertos (Dimensão: Conteúdo)

Dimensão: Conteúdo
CARACTERÍSTICA
CONCEITOS (FATOR)
Conceitos essenciais
Conceitos essenciais em níveis superiores
Conceitos devidamente descritos em linguagem natural
Especificações formais de conceitos coincidem com linguagem natural
Atributos descrevem conceitos
Número de conceitos
RELAÇÕES (FATOS)
Relações essenciais
Relações relacionam conceitos apropriados
Especificações formais de relações coincidem com linguagem natural
Especificação de aridade
Propriedades formais de relações
Número de relações
TAXONOMIA (FATOR)
Várias perspectivas
NãoEhUmaSubclasseDe apropriadas
PartiçõesExaustivas apropriadas
PartiçõesDisjuntivas apropriadas
Profundidade máxima
Média de subclasses
AXIOMAS (FATOR)
Axiomas resolvem questões
Axiomas inferem conhecimento
Axiomas verificam consistência
Axiomas não ligados a conceitos
Número de axiomas

Fonte: Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004)

5.4 DIRETRIZES DA DIMENSÃO 'METODOLOGIA'

As diretrizes da dimensão 'Metodologia' são compostas pelos seguintes fatores: Precisão; Usabilidade; e Maturidade.

A dimensão de metodologia, apesar de importante, é menos visualizável dentro do cenário brasileiro de utilização de ontologias, sobretudo governamental. São escassas as ontologias que possuem o caminho de seu desenvolvimento, a utilização de exemplos e de manuais que auxiliem na construção ou escolha de uma ontologia apropriada para determinado domínio. Mantemos as diretrizes de metodologia que dizem respeito à *Precisão*, *Usabilidade* e

Maturidade porque julgamos importante uma descrição de tudo o que possa auxiliar na seleção de um sistema para o contexto governamental, mas salientamos que os fatores ficam comprometidos, por ser muito difícil visualizá-los na prática dentro do cenário brasileiro, mesmo que sejam fundamentais para garantir a consistência e atualização do sistema.

Quadro 5. Apresentação das diretrizes para utilização de ontologias em ambiente de dados interligados governamentais abertos (Dimensão: Metodologia)

Dimensão: Metodologia
PRECISÃO (FATOS)
Delimitação de fases
Especificação de atividades por fase
Especificação de pessoal por fase
Especificação de técnicas por fase
Especificação de produtos finais por fase
USABILIDADE (FATOR)
Clareza na descrição de atividades e técnicas
Qualidade dos manuais
Manuais com exemplos completos
MATURIDADE (FATOR)
Número de ontologias desenvolvidas
Número de domínios diferentes
Importância de ontologias desenvolvidas

Fonte: Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004)

5.5 DIRETRIZES DA DIMENSÃO 'CUSTOS'

As diretrizes da dimensão 'Custos' são compostas pelos seguintes fatores: *Licenças de uso de ontologia; Custos estimados de hardware e software; e Custos de interfaces de acesso.*

Apesar de ser a dimensão que apresenta o menor número de fatores, os custos são muito importantes ao se implementar uma ontologia, sobretudo no contexto governamental, em que são necessárias aprovações de orçamento e a garantia de que o sistema seja eficaz. Não é possível ignorar os custos em uma ontologia, no entanto essa mensuração deve ser feita em relação ao custo-benefício.

Nesta dimensão, optamos por excluir o fator 'Licenças de uso das ferramentas da ontologia', uma vez que, de acordo com a lógica de dados interligados abertos, não devem haver custos relacionados a ferramentas de utilização por parte do usuário, que deve ter tudo o que precisa sem que seja necessário pagar por isso.

Quadro 6. Apresentação das diretrizes para utilização de ontologias em ambiente de dados interligados governamentais abertos (Dimensão: Custos)

Dimensão: Custos
CARACTERÍSTICA
Licenças de uso da ontologia (FATOR)
Custos estimados de hw e sw (FATOR)
Custos de interface de acesso (FATOR)

Fonte: Lozano-Tello e Gómez-Pérez (2004)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao propor um estudo que objetiva apresentar uma lista de diretrizes úteis para que uma ferramenta tecnológica como a ontologia possa funcionar em um ambiente de informações governamentais, esbarramos em uma série de desafios que, a princípio, parecem pequenos, mas que, ao serem discutidos, tomam grandes proporções e se tornam centrais durante questionamentos sobre a melhor aplicação das ontologias para o contexto governamental.

As ontologias são ferramentas importantes para a interligação de dados governamentais abertos, já que podem ser responsáveis por padronizar essas informações em modelos capazes de se comunicar através de uma linguagem onde as relações são bem estabelecidas, possibilitando a produção de conhecimento automático por parte dos agentes inteligentes de software. Com isso, novas possibilidades de utilização das informações governamentais, bem como sua recuperação mais rápida e assertiva, podem se tornar realidade.

No contexto brasileiro, a necessidade de estabelecer mecanismos mais ágeis à recuperação informacional governamental é necessária, levando em conta o estabelecimento das diretrizes da Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011). As informações devem estar disponíveis de forma que sua recuperação seja ágil e fácil, e uma das alternativas para que a Lei se torne realidade é a utilização destas ferramentas como instrumentos responsáveis por restrições de significados, organização das informações presentes no domínio e explicitação das relações existentes entre os diferentes recursos informacionais.

Com o auxílio das designações da Lei de Acesso à Informação (BRASIL, 2011), foi possível analisar quais são as necessidades específicas do contexto brasileiro e, a partir delas, selecionar quais características podem ser encaradas como diretrizes para uma melhor configuração do cenário de informações governamentais brasileiras.

É necessário que os profissionais da informação estejam atentos à necessidade de utilização das ontologias como ferramentas que estabeleçam esse diálogo entre as informações governamentais abertas e a população interessada em recuperá-las. Deve ser deles a responsabilidade por desenvolver formas mais inteligentes de organizar e recuperar as informações, e a utilização de ontologias, nesse sentido, se mostra como uma alternativa aos mecanismos já estabelecidos de organização informacional.

A ideia das diretrizes funciona como um guia para que futuros idealizadores ou implementadores de ontologias possam ter um modelo inicial a partir do qual seguir no momento de escolha de um sistema informacional que tenha por objetivo organizar informações de caráter governamental. Por se tratar de um primeiro movimento, esta lista é uma sugestão que deverá sempre estar em modificação, levando em consideração as opiniões dos que trabalham modelando determinado domínio de conhecimento ou na construção informática das ontologias.

Para que se atinja o cenário ideal da Web Semântica – no qual todas as informações digitais estarão interligadas –, as informações precisam estar bem estruturadas e representadas no contexto digital. É um processo lento, mas que já está sendo feito aos poucos por pequenos grupos que se interessam por essa questão, dentro dos mais diferentes domínios de conhecimento. É necessário discutir as potencialidades e benefícios que as informações interligadas podem trazer, sobretudo quando essas informações são governamentais e dizem respeito ao cotidiano de todos os cidadãos.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. V. C.; BAX, M. P. Da Necessidade e Viabilidade da Adoção do Padrão LOD pelo Congresso Nacional. **Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v.24, n.1, p. 73-94, jan./abr. 2014.

BAUER, F.; KALTENBÖCK, M. **Linked Open Data: The Essentials**. A quick start guide for decision makers. Viena: edition mono, 2012. Disponível em: <<http://www.semantic-web.at/LOD-TheEssentials.pdf>>. Acesso em: 13. jan. 2015.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J; LASSILA, O. **The semantic web**. Scientific America, Maio 2001. Disponível em: <<http://www.cs.umd.edu/~golbeck/LBSC690/SemanticWeb.html>>. Acesso em: 13. jan. 2015.

Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação, v.10, n.1, jan./jul. 2017.

BIZER, C.; HEATH, T.; BERNES-LEE, T. Linked Data. The story so far. Preprint to the special issue on linked data. **International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)**, 2009.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei no 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei no 8.159, de 8 de janeiro de 1991; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 18 dez. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12527.htm>. Acesso em: 15 mar. 2015.

BREITMAN, K. **Web Semântica**: a internet do futuro. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

CAMARGO, L. S. A.; VIDOTTI, S. A. B. **Arquitetura da informação**: uma abordagem prática para o tratamento de conteúdo e interface em ambientes informacionais digitais. São Paulo: GEN, 2011.

CAMPOS, M. L. A. A problemática da compatibilização terminológica e a integração de ontologias: o papel das definições conceituais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 6., 2005, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 2005.

_____. Integração de ontologias: o domínio da bioinformática e a problemática da compatibilização terminológica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 7., 2006, Marília, SP. **Anais...** Marília, SP: UNESP, 2006.

EAVES, D. **The three laws of open government data**, 2009. Disponível em:< <http://eaves.ca/2009/09/30/three-law-of-open-government-data/>>. Acesso em: 13. jan. 2015.

FARINELLI; MELO; ALMEIDA. O papel das ontologias na interoperabilidade de sistemas de informação: reflexões na esfera governamental In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 14., 2013, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 2013.

FONSECA, L. B. R.; AZEVEDO, C. L. B.; ALMEIDA, J. P. A. Mapeando dados governamentais com uma ontologia de organizações. In: LOD Brasil Linked Open Data. 1., 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2014.

GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **International Journal Human-Computer Studies**, v. 43, 1993, p. 907-928. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>> Acesso em: 15. Jan. 2015.

GUARINO, N. Formal ontology and information systems, **Formal Ontology in Information Systems**. Amsterdam, IOS Press. p. 3-15, 1998. Disponível em:< <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.29.1776>>. Acesso em 15 jan. 2015.

LOZANO-TELLO, A. **Métrica de idoneidad de ontologias**. Tese (Doutorado em Informática). 236 f. Madrid, 2002 – Universidad de Extremadura, Madrid, 2002.

LOZANO-TELLO, A.; GÓMEZ-PÉREZ, A. Ontometric: A method to choose the appropriate ontology. **J. Datab. Mgmt.**, v. 15, n. 2, p.1-18, 2004.

MENDONÇA, F. M.; ALMEIDA, M. B. Princípios metodológicos para desenvolvimento de ontologias: análise das práticas correntes e proposição de melhorias. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 15., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2014.

MENEZES; DUARTE. Web semântica e o governo eletrônico brasileiro: uma nova roupagem para a representação da informação. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 12., 2011, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: UnB, 2011.

PARUNDEKAR, R.; KNOBLOCK, C. A.; AMBITE, J. L. Linking and Building Ontologies of Linked Data. **9th international semantic web conference**. University of Southern California, Information Sciences Institute and Department of Computer Science, 2010.

RAMALHO, R. A. S.; VIDOTTI, S. A. B. G.; FUJITA, M. S. L. Web semântica uma investigação sob o olhar da Ciência da Informação. **DataGramZero – Revista de Ciência da Informação**. Rio de Janeiro, v. 8, n. 6, dez. 2007.

RIBEIRO; ALMEIDA. Dados abertos governamentais (open government data): instrumento para exercício de cidadania pela sociedade. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 12., 2011, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: UnB, 2011.

RODRIGUES; SANT'ANA. Restrições tecnológicas e de acesso a dados disponíveis sobre destinos de repasses financeiros federais para a saúde pública em ambientes informacionais digitais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 13, 2006, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: Fiocruz, 2012.

SALES, L. F.; CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Ontologias de domínio: um estudo das relações conceituais. **Perspec. Cienc. Inf.**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 62-76, maio/ago. 2008.

SCHIESSL, M.; BRÄSCHER, M. Ontologia: ambiguidade e precisão. **Enc. Bibli.**, v. 17, n. esp. 1, p. 125-141, 2012.

SILVA, S. M.; FARINELLI, F. um roteiro para modelagem conceitual de sistemas de informação baseada em princípios ontológicos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 15., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2014.

SMITH, B. Ontology. **The Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information**, p. 153-166, 2003. Disponível em: <<http://philpapers.org/archive/SMIO-2.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

SOERGEL, D. The rise of ontologies or the reinvention of classification. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 50, n. 12, p. 1119-1120, Oct. 1999. Disponível em: <<http://www.dsoergel.com/cv/B70.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. Ontologies: principles, methods and applications. **Knowledge Engineering Review**, v. 11, n. 2, 1996.

VICKERY, B. C. Ontologies. **Journal of Information Science**, v. 23, n. 4, p. 277–286, 1997.

VIEIRA, R. *et al.* WS: ontologias, lógica de descrição e inferências. In: TEIXEIRA, C.; BARRERE, E.; ABRAÃO, I. (Org.). **Web e Multimídia: Desafios e Soluções (WebMedia 2005 - Minicursos)**. Porto Alegre: SBC, 2005, v. 1, p. 127-167. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~rvieira/cursos/webmidia.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

W3C ESCRITÓRIO BRASIL. O governo de inovação na Copa 2014: uso de redes sociais e dados abertos. In: Seminário de Inovação em Governo Eletrônico. 2., 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s.n.], 2010. Disponível em: <http://www.procergs.rs.gov.br/uploads/1285856001W3C_Seminario_Inovacao_eGov_POA_17092010.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014.

ZAFALON, Z. R.; RAMALHO, R. A. S. Ontologia baseada nos FRBR: proposta de aplicação em catálogos online. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Pós-Graduação em Ciência da Informação. 15., 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2014.