

**RAFAEL MENEGUIM MOTTA**

**OCN – BRASIL**

**Boituva**

**2017**

**RAFAEL MENEGUIM MOTTA**

**OCN – BRASIL**

Trabalho apresentado como requisito para a conclusão do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS) do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Câmpus Boituva, sob a orientação do professor Luiz Egidio Costa Cunha.

**Boituva**

**2017**

Motta, Rafael Meneguim.

OCN - BRASIL / Rafael Meneguim Motta. – Boituva: 2017

74p.: il. (algumas color.); 30 cm.

Orientador: Luiz Egidio Costa Cunha

Monografia – Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, 2017.

Inclui anexos e bibliografia

1. Ontologia de aplicação. 2. Informação estruturada. 3. Compras públicas municipais. I. Motta, Rafael Meneguim. II. Instituto Federal de São Paulo (IFSP). III. OCN – Brasil.

**RAFAEL MENEGUIM MOTTA**

**OCN – BRASIL**

Trabalho apresentado como requisito para a conclusão do curso Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (TADS) do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Câmpus Boituva, sob a orientação do professor Luiz Egidio Costa Cunha.

Boituva, 29 de junho de 2017

Banca examinadora:

---

**Prof. Esp. Luiz Egidio Costa Cunha**

---

**Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Jane Piantoni**

---

**Prof. Esp. Robson João Gregório Rodrigues**

*Dedico este trabalho aos meus familiares e  
professores que me apoiaram  
durante o curso.*

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão a Deus por proporcionar discernimento, saúde e livre escolha durante o caminho que decidi abraçar. Aqui fica meu muito obrigado a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho — Ao meu orientador Egidio por todo apoio proporcionado no decorrer do projeto e ao longo do curso, revelando excelência na gestão para concretização das fases advindas. Sou grato por todo apoio familiar, ao meu pai Celso e mãe Elisangela sempre presentes e estimulando o estudo. Agradeço à minha namorada Eloisa pelo apoio emocional e compreensão com palavras afetuosas servidas como incentivo. No mais um agradecimento mais que exclusivo a minha faculdade, IFSP – Boituva, que conta com profissionais que fizeram a diferença no tempo investido: biblioteca, secretaria, extensão, orientação pedagógica e psicóloga, além de todos integrantes docentes.

L'acqua cheta rovina i ponti.

Proverbi italiani

## RESUMO

Esta monografia concebe o desenvolvimento de uma Ontologia de aplicação do departamento de Compras públicas municipais. Foi feito um estudo de caso com um profissional da área, coletado assim os requisitos para uma análise apurada do conhecimento. A Ontologia idealizada destina-se a estruturação desse domínio visando enfatizar a realização de tarefas por representar conhecimentos exclusivos para as categorias de Compras Diretas e Pregão Presencial. De modo a tratar problemas de interoperabilidade no domínio de conhecimento, uma Ontologia, enquanto forma de representação de conhecimento interpretado por máquinas, desempenha um papel importante no compartilhamento comum de informações sobre o domínio de conhecimento. Utilizou-se da Metodologia 101 para a modelagem do *software*. Assim, seguiu-se em etapas de implementações no ambiente de desenvolvimento de Ontologias Protégé. O código fonte foi representado na sintaxe OWL com a realização de inferências na linguagem de consulta de dados SPARQL, seguindo a tripla de Sujeito, Propriedade e Objeto. A representatividade da Ontologia foi comprovada com seu grau de expressividade semântica estruturada e formal.

Palavras-chave: Ontologia de aplicação. Informação estruturada. Compras municipais.



## **ABSTRACT**

This monograph regards the development of an Application Ontology of the municipal public Purchasing department. A case study was done with a professional in the area, thus gathering the requirements for an accurate knowledge analysis. The idealized Ontology is intended to structure this domain in order to emphasize the performance of tasks by representing unique knowledge for the categories of Direct Purchases and Face-to-Face Public Auction. In order to address interoperability problems in the knowledge domain, an ontology, as a form of machine-interpreted knowledge representation, plays an important role in the common sharing of information about the knowledge domain. Methodology 101 was used to model the software. Thus, it was followed in stages of implementations in the development environment of Protégé Ontologies. The source code was represented in the OWL syntax by making inferences in the SPARQL data query language, following the Subject, Property, and Object triples. The representativeness of Ontology has been proven with its degree of structured and formal semantic expressiveness.

**Keywords:** Application Ontology. Structured information. Municipal purchases.

## **RIASSUNTO**

Questo documento concepisce lo sviluppo di un'Ontologia di applicazione nel campo degli acquisti municipali. E' stato fatto un caso di studio con un professionista nel campo, e raccolto i requisiti per l'analisi accurata della conoscenza con particolare attenzione alla composizione delle Classi. L'Ontologia idealizzata ha lo scopo di strutturare questo dominio al fine di sottolineare l'espletamento di compiti di rappresentare conoscenza alle categorie Acquisti diretto e Offerta. Per affrontare i problemi di interoperabilità scelti in questo ambiente, Ontologia, come forma di rappresentazione della conoscenza interpretato dalle macchine, svolge un ruolo importante nella condivisione comune delle informazioni relative al dominio di conoscenza. Abbiamo usato la Metodologia 101 per lo sviluppo del software. Così ha seguito nei passaggi implementazioni in ambiente di sviluppo Protégé. Il codice sorgente è rappresentata nella sintassi OWL e illazioni fatte nel linguaggio di query SPARQL, in seguito alla tripla Classe, Proprietà e Oggetto. La rappresentatività delle Ontologia è stato dimostrato per il loro grado di espressività semantica strutturata e formale.

Parole chiave: Applicazione Ontologia. Informazioni strutturate. Acquisti municipali.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação Semântica de Ontologias .....	18
Figura 2 – Hierarquia Informal.....	19
Figura 3 – Hierarquia Formal .....	20
Figura 4 – Classificação de Ontologias quanto a generalidade .....	23
Figura 5 – RDF representado por grafo.....	26
Figura 6 – Metadados RDF .....	27
Figura 7 – Taxinomia de Classes RDFS.....	29
Figura 8 – Dialetos OWL .....	31
Figura 9 – Taxonomia de Classes OWL.....	32
Figura 10 – Interface do Protégé 5.2 .....	39
Figura 11 – SPARQL integrado ao Protégé .....	40
Figura 12 – Hierarquia de Classes da OCN – Brasil .....	48
Figura 13 – Hierarquia de Propriedades da OCN – Brasil .....	49
Figura 14 – Exemplo das funcionalidades de uma propriedade.....	50
Figura 15 – Hierarquia de Valores das Propriedades da OCN – Brasil .....	50
Figura 16 – Instâncias das Classes da OCN – Brasil.....	51
Figura 17 – Métricas da OCN – Brasil .....	52

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Propriedades no padrão RDFS.....	29
Tabela 2 – Propriedades no padrão OWL .....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDWA	<i>“Categories for Describing Works of Art”</i>
DAML	<i>“DARPA Agent Markup Language”</i>
DARPA	<i>“Defense Advanced Research Projects Agency”</i>
DCMI	<i>“Dublin Core Metadata Initiative”</i>
DDL	<i>“Data Definition Language”</i>
DL	<i>“Description Logic”</i>
DOE	<i>“The Differential Ontology Editor”</i>
HTML	<i>“HyperText Markup Language”</i>
ID	<i>“Identity”</i>
KR	<i>“Knowledge Representation”</i>
MARC	<i>“MAchine-Readable- Cataloguing”</i>
ns	<i>“namespace”</i>
OIL	<i>“Ontology Inference Layer”</i>
OWL	<i>“Web Ontology Language”</i>
RDF	<i>“Resource Description Framework”</i>
RDFS	<i>“Resource Description Framework Schema”</i>
REACH	<i>“Record Export for Art and Cultural Heritage”</i>
SHOE	<i>“Simple HTML Ontology Extensions”</i>
SOIF	<i>“Summary Object Interchange Format”</i>
SGBDs	<i>“Data Base Management Systems”</i>
SPARQL	<i>“SPARQL Protocol and RDF Query Language”</i>
TEI	<i>“Text Encoding Initiative”</i>
UML	<i>“Unified Modeling Language”</i>
URI	<i>“Uniform Resource Identifier”</i>
URL	<i>“Uniform Resource Locator”</i>
W3C	<i>“World Wide Web Consortium”</i>
XML	<i>“eXtensible Markup Language”</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	Objetivo Geral e objetivos específicos .....	15
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1	Ontologias.....	16
2.2	Espectro semântico .....	18
2.3	Generalidade .....	22
2.4	Tipo de informação.....	23
2.5	Linguagens .....	25
2.5.1	<i>RDF</i> .....	25
2.5.2	<i>RDFS</i> .....	28
2.5.3	<i>OWL</i> .....	31
2.6	Conclusões .....	36
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>TECNOLOGIAS .....</b>	<b>38</b>
4.1	Protégé .....	38
4.2	SPARQL .....	40
<b>5</b>	<b>DOMÍNIO DE CONHECIMENTO .....</b>	<b>42</b>
5.1	Compras .....	42
5.1.1	<i>Compra Direta</i> .....	43
5.1.2	<i>Pregão Presencial</i> .....	43
<b>6</b>	<b>A APLICAÇÃO .....</b>	<b>45</b>
6.1	Escopo.....	45
6.2	Reuso e Ontologias de base .....	46
6.3	Termos importantes .....	46
6.4	Hierarquia de Classes.....	48
6.5	Propriedades das Classes .....	49
6.6	Valores das Propriedades .....	50
6.7	Instâncias.....	51
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE A — INFERÊNCIAS SPARQL NA OCN – BRASIL .....</b>	<b>58</b>

<b>ANEXO A — VOCABULÁRIO DE CONCEITOS EM RDF .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO B — ART. 24 DA LEI FEDERAL 8666/1993.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO C — LEI FEDERAL 10520/2002.....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

Apesar à gigantesca expansão do conhecimento, evoluindo em escala cada vez maiores ao longo dos anos, a necessidade de que as informações sejam condizentes e verdadeiras perante ciência e tecnologia se restringe, fato. Os dados ao evoluírem em informações para as pessoas perdem valor, muitas vezes devido à imensa proporção disponível, assim não consegue chegar ao consenso de conhecimento. Em vista da situação, neste trabalho de conclusão de curso será apresentado, revelado computacionalmente a primor de tema em representação e estruturação do conhecimento na construção de uma Ontologia de aplicação, mais especificamente no campo de Compras municipais por categorias de Compra Direta e Pregão Presencial.

Mencionando o nível de complexidade existente no domínio de conhecimento escolhido, a implementação da tecnologia ontológica foi possível somente perante o estudo de caso com um profissional de Compras municipais, o responsável na área de licitações e contrato, atuando no regime municipal há dezenove anos. Dessa maneira, foi estabelecida uma solução estável, aplicando viabilidade para novos colaboradores no setor de Compras e até mesmo os mais experientes consultarem em conformidade às categorias citadas. O nome OCN – Brasil, Ontologia de Compras Nacional, foi atribuído à Ontologia em reflexo ao nome da tecnologia utilizada, ao domínio escolhido e ao limite que permite alcançar nas categorias de compras selecionadas em conformidade às leis federais 8666/1993 e 10520/2002. Nacional é um termo geral utilizado por pessoas de diferentes nações, dessa maneira, Brasil no nome da Ontologia demarca onde o trabalho foi construído, fixando o preceito conceitualmente.

Dentre os comproves que fazem da Ontologia construída um instrumento prático para representação do conhecimento estão o compartilhamento comum em informações da estrutura e procedimentos no Compras em meio aos servidores públicos que compõe, habilitar a reutilização do domínio específico de conhecimento, distinguir a representação do conhecimento específico no Compras dos demais conhecimentos operacionais administrativos e por fim analisar o conhecimento coletado e expô-lo em seu domínio de maneira a possibilitar a resposta de perguntas semanticamente, validando a função.

Muito esforço foi investido para coleta, modelagem e construção da OCN – Brasil, a busca por uma revisão qualitativa com fontes de literatura que atendam o tema desenvolvido foi inerte à compreensão, assim foi explorada e composta no capítulo Referencial Teórico. As instruções para a construção da Ontologia encontram-se no capítulo Metodologia. Quanto as ferramentas utilizadas para implementar e formar a solução, são apresentados no capítulo



Tecnologias. Ao iniciar o quinto capítulo a ênfase foi dada ao domínio de conhecimento escolhido para implementação, expondo as informações coletadas em entrevista com o profissional de área. Já no sexto capítulo são feitos esclarecimentos da construção do *software* propriamente, seguindo os tópicos da metodologia adotada. Em Resultados e Discussão foi apresentado as inferências ou perguntas das quais a Ontologia é oportuna de responder, além de expor a consistência da Ontologia a partir das Métricas no ambiente de desenvolvimento Protégé. As Considerações Finais ressaltam os objetivos e resultados obtidos, visando a continuidade da pesquisa e implicações a obter resultados futuros cada vez mais significativos e relevantes. No Apêndice encontra-se as inferências em SPARQL. Em Anexo estão disponíveis informações sobre os padrões para representação de Ontologia utilizados no trabalho e também as leis federais que regem o domínio de conhecimento assim escolhido. A OCN – Brasil será entregue em código fonte OWL e linguagem de programação JAVA.

## 1.1 Objetivo Geral e objetivos específicos

O objetivo geral deste trabalho é de estruturar e representar o conhecimento de Compras municipais com o desenvolvimento de uma Ontologia de aplicação nas modalidades Compra Direta e Pregão Presencial.

Os objetivos específicos são:

- Estudo de caso com o profissional que possua perfil para o desenvolvimento de uma Ontologia de Compras municipal;
- Aplicar a Metodologia 101 para modelagem dos dados, destinando as informações coletadas da entrevista no desenvolver da Ontologia de aplicação;
- Construir a OCN – Brasil no ambiente de desenvolvimento de Ontologias Protégé;
- Validar a semântica da Ontologia com perguntas no formato de consulta utilizando a linguagem orientada a dados SPARQL;
- Classificar o nível de representatividade da Ontologia e potencial de expansão;
- Disponibilizar o código fonte para novas projeções, compartilhamento do conhecimento adquirido para que porventura seja utilizado em *Softwares* futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

---

Neste capítulo será abordada toda a pesquisa bibliográfica do trabalho. Os temas apresentados neste capítulo englobam os assuntos relacionados ao desenvolvimento de Ontologias. Estão presentes suas definições, classificações, tipos e o formato de representação, além das linguagens de *design* utilizadas na construção da OCN – Brasil.

### 2.1 Ontologias

Ontologias estão presentes em diferentes contextos, muitas vezes em áreas distintas. Justificativa essa que será comprovada ao decorrer deste capítulo, expondo a palavra de autores renomados no assunto e a visão alcançada pela busca de um significado que melhor seja atribuído em alvo da OCN – Brasil. Para isso, o significado das definições de onde Ontologias serão comparadas e contextualizadas.

Com suas raízes nativas da Filosofia, a palavra Ontologia [do grego *ontos* (ser) mais *logos* (palavra) ] foi cunhada originalmente pelo filósofo alemão Rudolf Gockel, em sua obra *Lexicon philosophicum* (GOCKEL *et al.*, 1613). Tratava-se de fazer uma distinção entre o estudo do ser e o estudo dos vários tipos de seres vivos existentes no mundo natural. A definição primária do termo, já em língua inglesa, foi registrada pelo dicionário Oxford no século XVIII como “um relato do ser no abstrato”, condizendo com o objetivo de fornecer sistemas de categorização para organizar a realidade, enquanto disciplina da área de Filosofia.

Houve uma enorme difusão futurística do termo Ontologias por Tim Berners Lee, James Hendler e Ora Lassila (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001), em seu artigo revolucionário publicado na revista *Scientific American*, intitulado: *The Semantic Web: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities* (Web Semântica: um novo formato de conteúdo para a Web que tem significado para computadores vai iniciar uma revolução de novas possibilidades). Esse *insight* deu-se em cenários da Web Semântica, onde Ontologias deixam de ser a categorização de “tudo que existe”, por parte da Filosofia, passando ao “tudo o que pode ser representado”. Outrora esse conceito é explorado afundo na mais reconhecida definição abstraída: “Ontologias são especificações formais e explícitas de conceitualizações compartilhadas” (GRUBER, 1993).

Nesse sentido, Karin Breitman (2005) interpreta a definição em partes: ‘conceitualizações’ representa modelos abstratos de algum fenômeno que identifica os conceitos relevantes para o mesmo; ‘explícitas’ é tido com o significado de onde elementos e

suas restrições estão claramente definidos; ‘formais’ por sua vez significa que a Ontologia deve ser passível de processamento automático e ‘compartilhada’ reflete a noção de que uma Ontologia captura conhecimento consensual, aceito por um grupo de pessoas.

Porém, mesmo com toda aplicabilidade dado Ontologias em nível fundamental na Web Semântica, o conceito já havia sido explorado em períodos anteriores. Demonstrativo desse que podemos observar nas contribuições dadas por Gómez-Pérez; Fernández-López e Corcho (2004) no âmbito de engenharia para Ontologias, destrinchando em um paradigma que reúne um conjunto de atividades propostas para que aconteça o desenvolvimento.

A padronização de metodologias em casos específicos na utilização de Ontologias foi imposta, sendo cada caso um uso e definições que se ramificam em peculiaridades: Engenharia do Conhecimento, Inteligência Artificial e Ciência da Computação; em aplicações direcionadas para domínio do conhecimento, processamento de linguagem natural, comércio eletrônico, informação integrada de forma inteligente, integração com banco de dados, bioinformática, e educação; e certamente em campos emergentes como a Web Semântica.

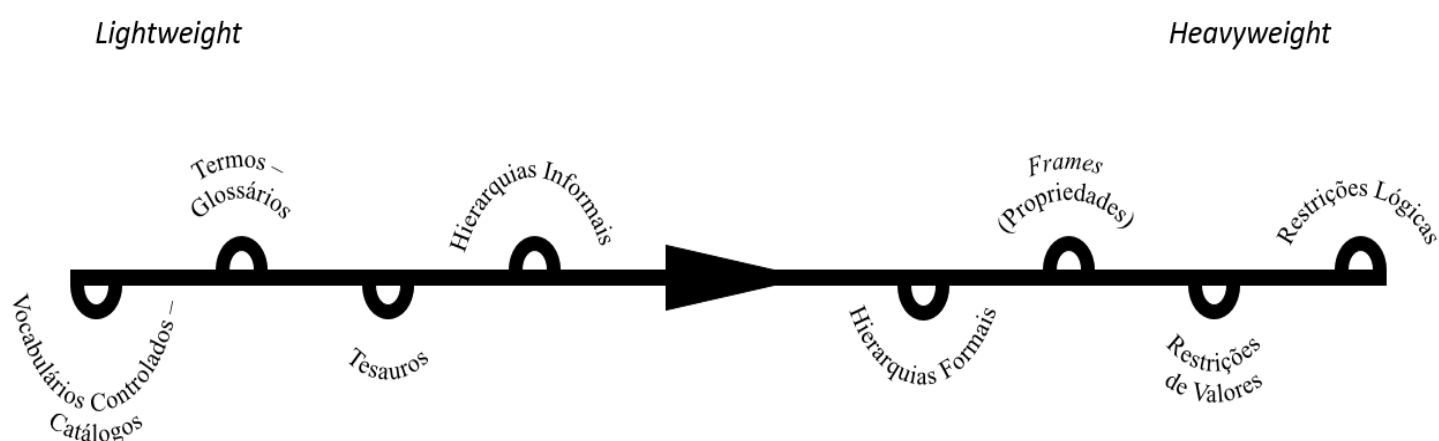
Contanto, em referência ao campo computacional presente na totalidade das ciências da informação definido por Gruber (2009), efetua-se como especificação de peculiaridades para Ontologias na OCN – Brasil: “Um conjunto de primitivas representacionais com as quais é possível a modelagem de um domínio de conhecimento ou raciocínio lógico” (tradução nossa). Conjunto de primitivas representacionais na prática serão as Classes [ou conjuntos], Propriedades [ou atributos], e relações que inferem em Classes com Classes, Classes com suas Propriedades e Classes com Propriedades de outras Classes. Também são inclusas informações sobre significados e restrições nas aplicações cabíveis de implementar a tecnologia.

Dessa maneira um adendo ao sentido da explicação, a modelagem do domínio de conhecimento foi dedicada ao Compras públicas municipais, representando o conhecimento específico de Compras Diretas e Pregão Presencial e restringindo-se dos demais setores e atividades administrativas. A melhor maneira de desenvolver um domínio de conhecimento computacionalmente é feita em metadados, por isso será apresentado com detalhes o conceito ao longo do trabalho. Assim sendo, há possibilidade da Ontologia criada ser utilizada em aplicações para consultas e respostas por restrições lógicas descritas em metadados. Trata-se da distinção entre as primitivas representacionais com o mesmo conceito, porém com identificadores diferentes. Na sequência o enfoque será dado nas categorizações de Ontologias, destacando o alcance presente nesta tecnologia.

## 2.2 Espectro semântico

Bem como no cominar de significados, existe uma gama de classificações quanto ao vocabulário semântico das Ontologias propostas na literatura. Ora Lassila e Deborah McGuiness (2001) fazem a classificação perante a estrutura interna e conteúdos organizados. Segue-se assim uma linha de pensamento dispondo Ontologias em duas extremidades. Na extremidade “Leve”, “*Lightweight*”, são classificadas as Ontologias nos termos: Catálogos, Glossários, Tesouros e Hierarquias Informais. Na extremidade “Pesada”, “*Heavyweight*”, são classificadas Ontologias nos termos: Hierarquias Formais, *Frames*, com Restrições de Valores e com Restrições Lógicas. A classificação está representada na Figura 1.

Figura 1 – Representação Semântica de Ontologias



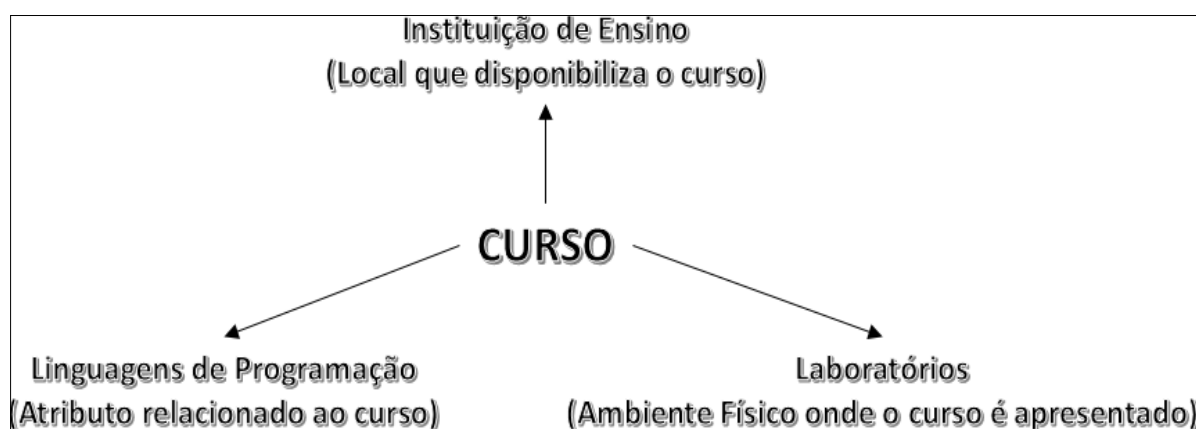
Fonte: BREITMAN, 2005

Os termos presentes na Figura 1 classificam Ontologias conforme sua objetividade em estabelecer vocabulário compartilhado, dessa maneira permitem a troca de informações entre grupos de trabalho ou indivíduos, assim compartilham vocabulário para um fim específico, “A variante é o grau de formalismo e expressividade de cada representação.” (BREITMAN, 2005, p.33).

Dada a importância dos termos na representação, subte-se que a classificação ocorre principalmente pelo grau de formalismo no domínio a que se destina uma atividade de trabalho. Ontologias *Lightweight* incluem conceitos, taxionomias dos conceitos, relacionamentos entre conceitos e Propriedades descritivas destes conceitos. As Ontologias *Heavyweight* adicionam axiomas e restrições às Ontologias *Lightweight*. Detalhes dos termos podem ser melhor interpretados segundo as oito definições que seguem.

- Vocabulários controlados – lista finita de termos. Tipicamente seriam catálogos que listem produtos e serviços oferecidos em diversas áreas (BREITMAN, 2005), como: escritório de contabilidade, recursos humanos, agência de transporte, empresa de sistemas, loja virtual ou comércio eletrônico, consultório médico, entre muitas outras.
- Glossários – lista de termos com significados em linguagem natural. O formato de um glossário é similar ao de um dicionário onde a lista de palavras ou expressões é exibida em ordem alfabética, seguida das definições (BREITMAN, 2005). Um exemplo de glossário é o de termos técnicos em inglês que possuímos em nosso site do IFSP – Boituva no menu biblioteca e clicando sobre o botão “Glossário de Termos Técnicos em Inglês”.
- Tesouros – lista de termos e suas definições que padroniza a utilização de palavras para indexação. Além das definições, um tesouro fornece relacionamentos entre os termos. Estes podem ser do tipo hierárquico, associativo e de equivalência (sinônimos) (BREITMAN, 2005). Vários tesouros estão disponíveis gratuitamente na Internet, um deles é o disponibilizado pela “*Oxford English Dictionaries*”, em seu site na aba “*Thesaurus*”.
- Hierarquias informais – hierarquias que utilizam relacionamentos informais. Os conceitos relacionados podem ser agregados a uma categoria, mesmo que não respeitem integralmente o relacionamento (BREITMAN, 2005). Um exemplo seria o uso das terminações “Linguagens de programação” e “Laboratórios”, embora não sejam tipos de curso, ainda assim poderiam estar classificados sob a Classe “Curso” porque possuem ligação indireta sendo elementos necessários à uma instituição de ensino tecnológica. A Figura 2 representa este tipo de hierarquia segundo o exemplo apresentado.

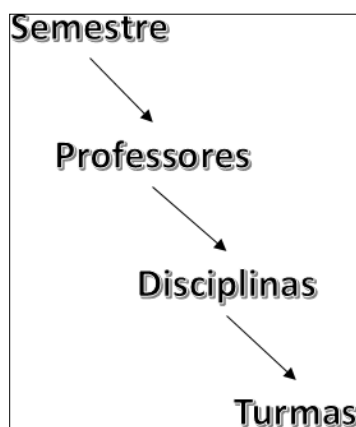
Figura 2 – Hierarquia Informal



Fonte: Própria do autor

- Hierarquias formais – hierarquias que incluem instâncias de um domínio. Os conceitos relacionados são respeitados integralmente (BREITMAN, 2005). Um exemplo seria o uso das terminações “Professores” e suas “Disciplinas” lecionadas e atribuídas à Classe “Turma” que compõe a grade do “Semestre”. A Figura 3 representa este tipo de hierarquia segundo o exemplo apresentado.

Figura 3 – Hierarquia Formal



Fonte: Própria do autor

- *Frames* – modelos que incluem Classes e Propriedades segundo a representação proposta por Marvin Minsky. As primitivas Classes e Propriedades não têm escopo global, sendo atributos aplicados apenas no domínio ao qual foram definidas. Cada *frame* fornece o contexto para modelar um aspecto de um domínio. Ao longo dos anos, pesquisadores vêm propondo vários refinamentos a esse modelo, que é largamente utilizado na modelagem de conhecimento (BREITMAN, 2005), como exemplos os aclamados diagramas UML (“*Unified Modeling Language*”) aplicados para sistemas computacionais e a estrutura de banco de dados seguindo definições dos SGBDs (“*Data Base Management Systems*”), padronizado com a sigla DDL (“*Data Definition Language*”). *Frames* são considerados por muitos como as primeiras formas de programação Orientada a Objetos, isso porque herdaram suas características de processamento a partir de outros *frames* definidos previamente. É válido deixar explícito que no desenvolvimento de Ontologias, porém, é distinto da ênfase dada em programação no paradigma Orientado a Objetos. Primordialmente, o paradigma Orientado a Objetos se desenvolve entorno de métodos aplicados nas Classes, são decisões que implicam nas Propriedades operacionais das Classes. Diferentemente, no *design* de Ontologias, a ênfase é dada em Propriedades estruturais das Classes. Como resultado espera-se que a estrutura de uma Ontologia e suas relações se distingam da Orientação à Objetos mesmo em cenários semelhantes de programação (TANIAR; RAHAYU, 2006).

- Ontologias que exprimem restrições de valores – Ontologias que fornecem subsídios para restringir os valores assumidos pelas Propriedades de suas Classes (BREITMAN, 2005). Por exemplo, o tipo de dado que pode ser encontrado na Propriedade “ano de conclusão da graduação” tem de ser um número inteiro, caso contrário não será validado.

- Ontologias que exprimem restrições lógicas – Ontologias que permitem que sejam expressas restrições em logica de primeira ordem (BREITMAN, 2005). Em Ontologias existem dois tipos de restrições: Existenciais e Universais. As restrições Existenciais especificam que existe pelo menos um relacionamento que atenda a restrição, por exemplo: “Aniversário”, faço aniversário em 13 de outubro de 2017, a especificação foi atendida, contudo isso não significa que não terei outros aniversários posterior a esse. Restrições universais só existem no relacionamento de indivíduos que pertençam à uma mesma Classe indicada previamente, por exemplo: “Moto”, a Classe moto se restringe à veículos de duas rodas, para ser moto o veículo terá que ter duas rodas, caso contrário não será considerado.

Interpretada na mesma linha de pensamento de Ora Lassila e Deborah McGuinness representado na Figura 1, Asunción Gómez-Pérez *et al.* (2004) classifica Ontologias nos mesmos estados dentre “Leves” e “Pesadas”. O conceito, porém, é aprofundado com as Ontologias podendo ser habituadas em múltiplas técnicas de modelagem do conhecimento, inferindo da implementação em “linguagens diferentes”. Se forem expressadas de maneira “informal” o tipo de linguagem natural é oportuno. Contudo se a Ontologia for desenvolvida em linguagem natural restrita e estruturada, a maneira de ser expressada é “semi-informal”. As classificações para esses tipos de linguagens estão no estado de Ontologias “Leves”.

Passando para Ontologias “Pesadas”, a próxima classificação é declarada em “semi-formal”. Ontologias são classificadas nesse tipo de linguagem quando são expressadas com formalidades e artificialidade em sua representação (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004). Adotamos essa classificação de linguagem no desenvolvimento da OCN – Brasil por causa do vocabulário específico e representação expressa por metadados em RDF (“*Resource Description Framework*”), RDFS (“*Resource Description Framework Script*”) e sua evolução mesclada das duas citadas anteriormente, formando o padrão atual de representação de Ontologias, a OWL que será apresentada em detalhes na seção 2.5.

No último estágio de classificação na extremidade “Pesadas”, a Ontologia é categorizada como “rigorosamente formal”, onde só são consideradas quando fornecem termos meticulosamente definidos, teoremas e provas de Propriedades sem conclusões ou deduções invalidadas. Em outras palavras, todas as possibilidades imagináveis estariam expressadas na Ontologia, começando com o vocabulário inicial e aplicando perenemente

regras de restrições às deduções permitidas (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004).

Todavia jaz controvérsias porque nessa categoria as Ontologias até então não são consideradas mais Ontologias, o motivo é por não serem capazes de ser interpretadas por máquinas (STUDER; BENJAMINS; FENSEL, 1998). Fato esse que pode ser notado no mecanismo de busca Google: ambiguidades aparecem como resultados, sendo possível a compreensão de termos somente por causa da nossa interpretação humana, abstraindo conhecimento no aquilo que procuramos.

Uma Ontologia “rigorosamente formal” é composta somente de axiomas, verdades absolutas e inquestionáveis (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004). As buscas executadas por máquinas são duvidosas pois necessitam comparar resultados apresentados na união com mais de um domínio de conhecimento. Como o significado de palavras com mesma escrita são combinados, a exposição de resultados únicos é impossibilitada.

O óbvio diante de um mecanismo de pesquisa torna-se equívoco à nós, tanto em cenários compostos de palavras de mesmo significado, quanto com significado diferente, porém com a mesma forma de escrever. Exemplo informal que retrata a situação é a palavra em inglês “*Apple*”, fruta ou marca? – Em ambas as situações um leque de resultados se abriria com diversificações. Para fruta os atributos: qualidade, variedades, cor, etc. Para o caso da marca os atributos: componentes da linha de montagem, equipamentos com funções diferentes, variação de preços, comparativo com outras marcas, etc.

### 2.3 Generalidade

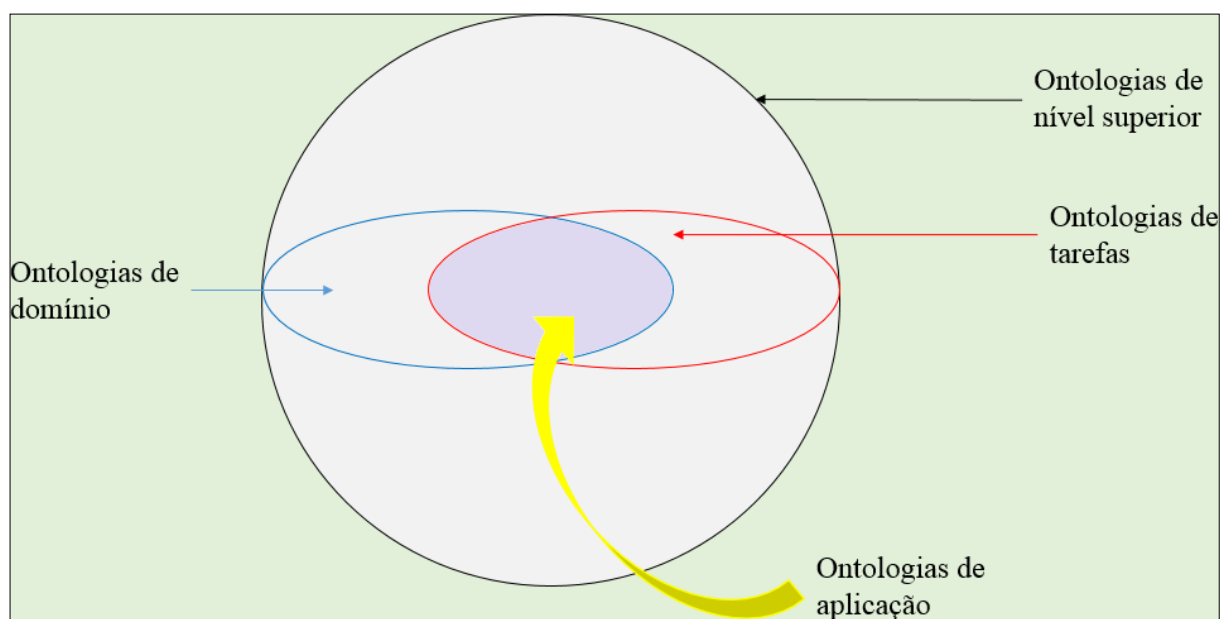
Na literatura por GUARINO (1998), em uma Ontologia “Pesada” são identificados diferentes níveis quanto a sua generalidade, e assim como assumido na seção anterior, o problema que ocorre quando uma Ontologia é classificada semanticamente em “rigorosamente formal” é da união a outras Ontologias com adoção de vocabulários pares, idênticos. Não há nenhuma garantia que Ontologias possam concordar em certa informação quanto à semântica, a menos é claro que repartam da mesma conceitualização. São quatro os níveis de classificação proposto em seu sistema: Ontologias de nível superior, Ontologias de domínio, Ontologias de tarefas e Ontologias de aplicação. O sistema de classificação proposto pode ser observado na Figura 4. A seguir a definição dos conceitos para cada nível:

- Ontologias de nível superior – descrevem conceitos muito abrangentes e genéricos como espaço, tempo, motivos, ações, objetos e eventos. Por sua generalidade e união de termos servem como base na construção de outras Ontologias que apresentem especificidade.



- Ontologias de domínio – descrevem conceitos respeitando um domínio específico, de início pode dar-se como parte de conceitos presentes em uma Ontologia de nível superior.
- Ontologias de tarefas – descrevem conceitos de uma tarefa genérica ou atividade, início pode dar-se com parte de conceitos presentes em uma Ontologia de nível superior.
- Ontologias de aplicação – descrevem os conceitos mais peculiares, comumente essas Ontologias descrevem “tarefas” executadas em um “domínio” específico.

Figura 4 – Classificação de Ontologias quanto a generalidade



Fonte: GUARINO, 1998

## 2.4 Tipo de informação

Algumas representações de Ontologias presentes na literatura proporcionaram a interpretação e identificação de diferentes tipos de informações representadas pelos temas de conceitualização. Asunción Gómez-Pérez *et al.* (2004) classificou as informações representadas por oito tipos diferentes de Ontologias:

- Ontologias para representação do conhecimento – capturam primitivas de conhecimento e formalizam-no sob um dado paradigma de representação (VAN HEIJST; SCHREIBER; WIELINGA, 1997). Breitman (2005) descreve esse tipo de Ontologia por fornecerem as primitivas para modelagem de linguagens baseadas em frames, muito utilizadas em Inteligência Artificial, tais como Classes, subClasses, atributos, Valores e axiomas.

- Ontologias gerais ou Ontologias comuns – são utilizadas para representar conhecimento de senso comum, aplicando técnicas de reutilização em vários domínios (VAN HEIJST *et al.*, 1997). Ontologias deste tipo foram fundamentadas posteriormente em hierarquias formais/informais, como visto na seção 2.2, quanto à semântica de palavras, e estrutura simples, além de estarem no meio termo entre “Leves” e “Pesadas”.
- Ontologias de topo, Ontologias de nível elevado ou Ontologias de nível superior – descrevem conceitos muito gerais, provendo noções generalizadas sob quais termos principais da Ontologias devem se conectar para evitar ambiguidade, ou heterogeneidade na composição de taxonomia de termos para Ontologias (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004). Esse caso evoluiu da classificação por generalidade em Ontologias de nível superior nas contribuições de Guarino (1998) apresentado na seção anterior.
- Ontologias de domínio (MIZOGUCHI; VANWELKENHUYSEN; IKEDA, 1995; VAN HEIJST; SCHREIBER; WIELINGA, 1997) – são Ontologias que podem ter seus conceitos reutilizados dentro de um domínio específico (médico, farmacêutico, engenharia, leis/direito, financeiro, automóveis, etc.). A fronteira entre uma Ontologia de topo e uma de domínio acontece por causa da especialização de conceitos existentes nas de domínio (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004).
- Ontologias de tarefas (GUARINO, 1998; MIZOGUCHI *et al.*, 1995) – descrevem o vocabulário ligado a uma tarefa ou atividade genérica como vendas, diagnósticos e agendamentos. O vocabulário desse tipo de Ontologia é sistemático com nomes genéricos, verbos genéricos, adjetivos genéricos, etc. (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004).
- Ontologias de domínio-tarefa – são Ontologias de domínio com a reutilização em Ontologias de tarefas, porém desde que haja limite de domínio (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004). O domínio é especificado e se houver necessidade de expor um outro domínio na Ontologia, este seria representado por “Proximo\_dominio” ou “Dominio\_anterior”.
- Ontologias de métodos – fornecem definições para os conceitos e relacionamentos relevantes em um processo de modo a se atingir um objetivo (TIJERINO; MIZOGUCHI, 1993). Uma Ontologia sobre programação por meio da decomposição de tarefas pertenceria a esta categoria (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004).
- Ontologias de aplicação – são dependentes da aplicação a que se destina. Esse tipo de Ontologia contém todas as informações necessárias para modelar o conhecimento na aplicação em particular (VAN HEIJST; SCHREIBER; WIELINGA, 1997). Ontologias de aplicação usualmente especializam e estendem o conhecimento do domínio e tarefa.

## 2.5 Linguagens

Desde seus primórdios em 1990, no aparato computacional, uma série de linguagens foi introduzida para criação de Ontologias. Diante da necessidade que existe de implementar cada tipo de classificação de Ontologias, linguagens diferentes se destinam à fins diferentes. De fato, uma linguagem de representação do conhecimento, apenas, não teria o nível de expressividade necessária para se criar uma Ontologia de domínio-tarefa, por exemplo.

Metadados são “dados sobre dados” na definição mais aceita pela comunidade científica computacional. Contudo, metadados não se restringem somente nesse campo, o termo não tem uma definição universal, estando aberto a discussões nas várias comunidades onde é utilizado (BREITMAN, 2005). Mesmo assim no âmago de Ontologias a condução ocorre com a representação feita em metadados, designadamente “padrões para metadados”.

A estrutura necessária para construir uma Ontologia é estabelecida em especificações de documento com o RDF (*Resource Description Framework*) junto ao RDFS (*Resource Description Framework Script*) e definida em nível conceitual de linguagens de Ontologias (exemplos: OWL, DAML-OIL, SHOE) (TANIAR; RAHAYU, 2006), formando assim “padrões de metadados”, para as Ontologias com expressividade semântica “*Heavyweight*”.

Nas próximas subseções 2.5.1, 2.5.2 e 2.5.3 serão apresentados os padrões que tiveram maior impacto para criação da OCN – Brasil. São eles os padrões RDF junto ao RDFS, e depois o padrão OWL e suas três ramificações “*Lite*”, “*DL – Description Logic*” e “*Full*”. Entretanto, não serão abordados outros padrões como CDWA, DAML, DCMI, KR, MARC, OIL, REACH, SHOE, SOIF, TEI, entre muitos outros, em vista de não estarem relacionados diretamente à especificidade escolhida para este trabalho e respectivas Ferramentas relacionadas para o *design* da Ontologia de aplicação. Maiores detalhes sobre as ferramentas escolhidas e respectivas justificativas poderão ser encontrados no capítulo 4.

### 2.5.1 RDF

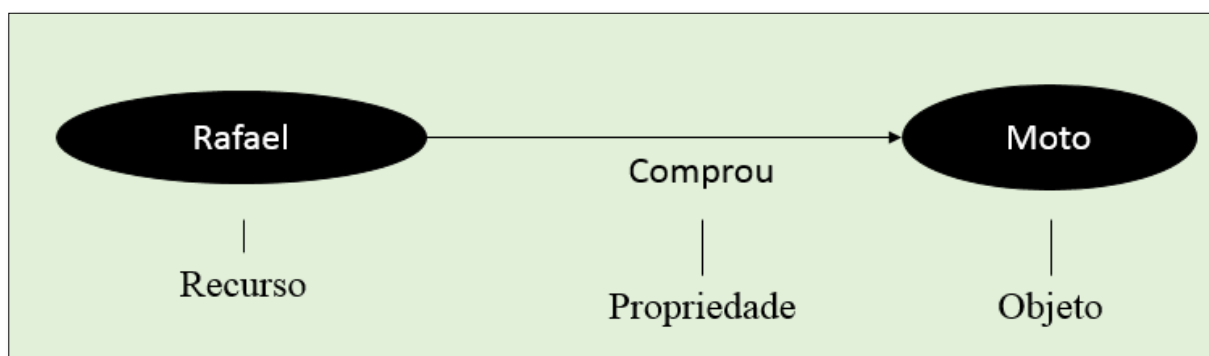
RDF (LASSILA; SWICK, 1999) significa *Framework* de Descrição de Recursos (tradução nossa), é uma linguagem declarativa que padroniza a representação de metadados a partir do XML (BREITMAN, 2005). O modelo RDF é equivalente ao paradigma KR (“*Knowledge Representation*” – Representação do Conhecimento) (VAN HEIJST *et al.*, 1997) porque pode ser concebido em dois tipos de *frames*: Recursos e Propriedades (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004). Recursos em RDF representam coleções de Propriedades. Enquanto Propriedades representam indivíduos conectados à um ou demais desses Recursos.

Uma das principais influências e características do RDF foi a solução do problema da superposição semântica presente no padrão anterior a esse, o Framework de Warwick. No RDF é garantido que dois conjuntos de metadados não possam estar utilizando um conceito apenas, por possuírem significados diferentes. O inverso também é verdade porque dois conceitos não podem estar relacionados com um mesmo significado. A explicação vem da utilização da marcação de “*namespace*” provida pelo XML, garantindo que para cada termo teremos apenas uma definição. “O RDF foi projetado de modo a representar metadados de maneira legível e, sobretudo, processável por máquinas.” (BREITMAN, 2005, p.20).

O modelo RDF, segundo Asunción Gómez-Pérez *et al.* (2004), consiste de três componentes – Recursos, Propriedades e Sentenças:

- **Recurso (Sujeito)** – São dados ou coisas das quais queremos falar sobre. São concebidos por URI (“*Uniform Resource Identifier*”) ou URL (“*Unified Resource Locator*”);
- **Propriedade (Predicado)** – São definidos por atributos ou relacionamentos usados para descrever os Recursos;
- **Objeto (Valor)** – É compreendido por valores de uma Propriedade em um determinado Recurso. É possível contextualiza com frases em Português/Brasil onde temos a composição por Sujeito, Verbo e Objeto. Em RDF, porém, as frases são compostas por Recurso, Propriedade e Objeto. Um exemplo é visto na frase: “Rafael comprou uma moto”, onde em linguagem natural Rafael é o Sujeito, Comprou é o Verbo e Moto é o Objeto. Já em RDF, Rafael e Moto são Recursos — Recursos podem estar representados ora em Classes, ora Objetos, ou com representação específica na sentença — Comprou é uma Propriedade. A Figura 5 ilustra esse exemplo apresentado por grafo, denotando os nós e a aresta:

Figura 5 – RDF representado por grafo



Fonte: Própria do autor

Grafos são excelentes para interpretação de cenários na concepção humana (BREITMAN, 2005). Todavia a linguagem utilizada em máquinas na criação da OCN – Brasil possui o padrão de metadados RDF, onde apoia-se na XML. O código é escrito em etiquetas ou “tags”. Nota-se o início de um documento RDF na presença da etiqueta `<rdf:RDF>`. A Figura 6 faz representação em metadados RDF da sentença “Rafael comprou uma moto”, onde a tag “*Description*” e o atributo “*about*” respectivo é utilizado:

Figura 6 – Metadados RDF

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.tcc.edu.br/#Rafael">
    <comprou>
      Moto
    </comprou>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Fonte: Própria do autor

Cada tag `<rdf:Description>` no padrão RDF de metadados faz referência a um recurso que pode ser de três tipos: “*about*”, “*ID*” ou sem nome. O atributo “*about*” faz referência a um recurso já existente, o atributo “*ID*” cria um novo recurso e caso não haja especificação então um atributo anônimo é criado (BREITMAN, 2005).

Importante apontar que um documento RDF não assume nenhuma estrutura a respeito das informações representadas, o que significa que sentenças não aparecem respeitando uma ordem, basicamente pode ser uma Ontologia classificada semanticamente como “hierarquia informal” de conceitos (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004).

O padrão de Ontologias criadas em RDF possui como primitivas: sete Classes, sete Propriedades e uma Instância. Seguem suas explanações segundo o consórcio W3C (2004) :

- Classe *rdf:Statement* – Define a tripla contendo Recurso, Propriedade e Objeto.
- Classe *rdf:Property* – Define uma Classe de uma Propriedade.
- Classes *rdf:Bag*, *rdf:Seq* e *rdf:Alt* – Definem a Classe de coleções. Uma coleção contém um conjunto de Recursos dentre os quais devemos escolher um para o valor simples de Propriedade. Como exemplo, uma coleção alternativa seria a representação de valores pré-definidos de lugares para mesas em uma “reserva” em um restaurante, as opções seriam: 1, 2

e 4 lugares. Em *Bag* são considerados valores como fora de ordem e duplicados, na representação *Seq* são considerados como ordenados, e em *Alt* são considerados como representando uma coleção de alternativas com a ordem de preferência.

- Classe *rdf:List*, Propriedades *rdf:first* e *rdf:rest*, e Instância *rdf:nil* – A Classe *List* define a Classe de listas do documento RDF e é usada com as Propriedades *first* e *rest*, essas ultimas representam a relação entre a lista e o primeiro item, e a relação da lista e o restante da lista, respectivamente. A primitiva *nil* é uma instância de *List* para uma lista vazia.
- Classe *rdf:XMLLiteral* – Define a Classe de valores literais XML.
- Propriedade *rdf:predicate*, *rdf:subject* e *rdf:object* – Definem a Propriedade, o Recurso e Objeto de uma sentença, respectivamente.
- Propriedade *rdf:type* – Define a Classe que um Recurso específico pertence.
- Propriedade *rdf:value* – Define o Objeto de uma Propriedade, geralmente uma *String* quando o Objeto é um Recurso estruturado (outra sentença, outro recurso).

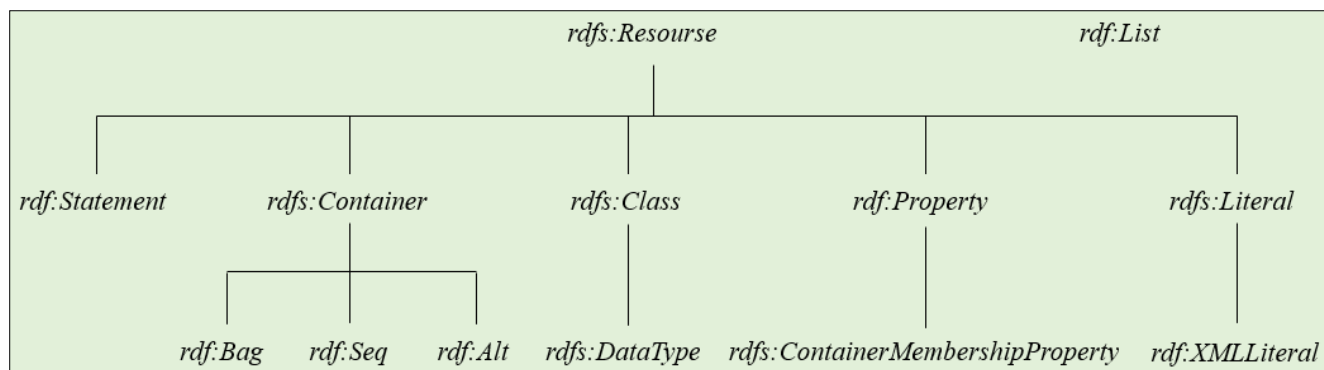
### 2.5.2 RDFS

Apesar da boa representação de objetos e seus relacionamentos no tratamento em metadados pelo RDF, a falta de expressividade do modelo, seguido de críticas pela comunidade por não fornecer conectivos lógicos para descrever negação, disjunção e conjunção fez surgir uma extensão: RDFS (BRICKLEY; GUHA, 2003). Este último por sua vez consegue oferecer as primitivas de modelagem para construir hierarquias de Classes, subClasses, Propriedades e subPropriedades (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004).

A sintaxe completa do padrão RDF em comparação à sua extensão no RDFS encontra-se no ANEXO A – Vocabulário de Conceitos em RDF. Administrada pelo consórcio W3C, o RDF foi proposto como recomendação no ano de 2000, sofreu grandes alterações em 2002 com a extensão no RDFS e tornou-se padrão de metadados em fevereiro de 2004, por fornecer as primitivas básicas para criação de Ontologias simples (BREITMAN, 2005).

O RDFS é escrito em parte pelas mesmas quinze primitivas do RDF (sete Classes, sete Propriedades e uma Instância) e como adendo acrescenta-se dezesseis novos modelos de primitivas em sua sintaxe (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004). As novas acrescentadas são divididas em seis Classes, nove Propriedades e uma Instância que quando somadas às do RDF perduram em uma hierarquia de treze Classes e uma lista de dezesseis Propriedade como é indicado na Figura 7 e ilustrado na Tabela 1, respectivamente:

Figura 7 – Taxinomia de Classes RDFS



Fonte: GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004

No topo da taxinomia está o *Resource* o que significa que *Statements*, *Containers*, *Classes*, *Properties* e *Literals* são Recursos de *rdfs:Resource*. As Classes *Bag*, *Seq* e *Alt* são subClasses de *rdfs:Container*, bem como *DataType* é subClasse de *rdfs:Class* e assim suscetivelmente. A subClasse de *Property*, *rdfs:ContainerMembershipProperty* contém uma Instância à Propriedade *rdf:Member* pois em RDFS são usadas Propriedades *rdf:\_1*, *rdf:\_2*, *rdf:\_3*, (...) como *subproperties* à *Member* para especificar membros de coleções, sentenças, alternativas, etc. A Classe *rdf:List* foi definida na seção anterior 2.5.1 e é ilustrada separada da taxonomia por não ser recurso restrito de primitiva RDFS.

Tabela 1 – Propriedades no padrão RDFS

Nome da Propriedade	Primitiva no RDFS
<i>rdf:type</i>	<i>rdfs:Class</i>
<i>rdf:subject</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdf:predicate</i>	<i>rdf:Property</i>
<i>rdf:object</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdf:value</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdf:first</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdf:rest</i>	<i>rdf:List</i>
<i>rdfs:subClassOf</i>	<i>rdfs:Class</i>
<i>rdfs:subPropertyOf</i>	<i>rdf:Property</i>
<i>rdfs:comment</i>	<i>rdfs:Literal</i>
<i>rdfs:label</i>	<i>rdfs:Literal</i>
<i>rdfs:seeAlso</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdfs:isDefinedBy</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdfs:member</i>	<i>rdfs:Resource</i>
<i>rdfs:domain</i>	<i>rdfs:Class</i>
<i>rdfs:range</i>	<i>rdfs:Class</i>

Fonte: GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004

A Tabela 1 sumariza na coluna da esquerda a forma de escrita e nome das Propriedades, enquanto na coluna da direita temos as Classes das quais as Propriedades são mantidas. Em razão de uniformizar a estrutura de domínios de conhecimento em RDFS feito por *designers* de Ontologias, o consórcio W3C disponibilizou em seu próprio site as especificações formais (THE RDF WORKING GROUP, 2014), sendo a última versão publicada como recomendação feita em 25 de fevereiro de 2014.

As primitivas RDFS ilustradas na Figura 7 e na Tabela 1 são definidas na sequência, conforme os marcadores (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004):

- Classes Principais (*rdfs:Resource*, *rdfs:Literal*, *rdf:XMLLiteral*, *rdfs:Class*, *rdf:Property* e *rdfs:Datatype*) – *Resource* é a Classe mais generalizada e pode definir qualquer domínio de conhecimento a ser descrito em RDFS. *Literal* representam Classes de Objetos não tipados como *String* e *Integers* e *XMLLiteral* representam Classes de Objetos *String* XML. A Classe *Class* representa a Classe de todas as Classes. A Classe *Property* define a Classe de Propriedades. A Classe *DataType* representa Recursos de dados RDF.

- Propriedade Principais (*rdf:type*, *rdfs:subClassOf*, *rdfs:subPropertyOf*, *rdfs:domain*, *rdfs:range*, *rdfs:label*, and *rdfs:comment*) – *type* indica que um recurso é Instância de uma Classe. As Propriedades *subClassOf* e *subPropertyOf* são usadas para definir taxonomia de Classes e Propriedades, respectivamente. As Propriedades *domain* e *range* definem o domínio e alcance do domínio, o domínio e suas abrangências. As Propriedades *label* e *comment* são classificadas como primitivas de documentação servem para fins informativos, *label* para descrições de documentação curtas e *comment* para descrições de documentação longas.

- Contêineres de Classes e Propriedades (*rdfs:Container*, *rdf:Bag*, *rdf:Seq*, *rdf:Alt*, *rdfs:ContainerMembershipProperty* e *rdfs:member*) – *Container* define Classes de Recursos de conjuntos, podendo ser *rdf:Bag*, *rdf:Seq* ou *rdf:Alt*, visto na seção anterior 2.5.1. A Classe *ContainerMembershipProperty* define a relação de um Recurso com um Contêiner. A Classe *Member* é usada para especificar membros de um Contêiner.

- Coleções (*rdf:List*, *rdf:first*, *rdf:rest* e *rdf:nil*) – *List* é usada para descrever listas. As Propriedades *first* e *rest* são usadas para gerenciar listas, e *nil* é uma Instância de *List* usado para representar uma lista vazia.

- Retificações de vocabulário (*rdf:Statement*, *rdf:predicate*, *rdf:subject* e *rdf:object*) – A Classe *Statement* compõe a tripla do vocabulário exemplificado na seção anterior 2.5.1, sendo *predicate* a Propriedade, *subject* o Recurso e *object* o Objeto.

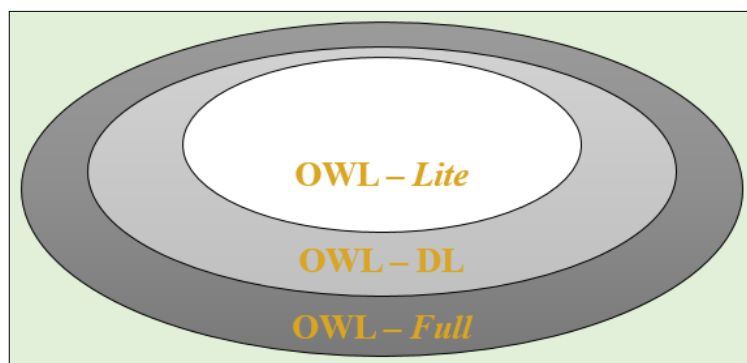


- Propriedades de Utilidade (*rdfs:seeAlso*, *rdfs:isDefinedBy* e *rdf:value*) – A Propriedade *seeAlso* define um recurso que pode dar informações adicionais à respeito do domínio atual representado em RDFS. A Propriedade *isDefinedBy* provém *namespace* onde o domínio é definido e também é uma subPropriedade de *rdfs:seeAlso*. A Propriedade *value* é usada quando nos referimos a um domínio de conhecimento representado em RDFS, esta define o Objeto de uma Propriedade quando tal Recurso é estruturado.

### 2.5.3 OWL

A OWL (PATEL-SCHNEIDER; HORROCKS; VAN HARMELEN, 2002) é derivada do padrão de representação de Ontologias DAML+OIL e baseia-se na sintaxe do RDFS (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004). Da mesma maneira que a linguagem OIL, em OWL dividimos a linguagem em três subespécies: *Lite*, *DL* e *Full*. Essa divisão ocorre por causa do nível de expressividade: OWL *Lite* é a menos expressiva, OWL *Full* é a mais expressiva, enquanto que OWL *DL* está entre as duas. Em razão a que se destina uma representação simples por restrições de hierarquia ou tesauros a mais recomendada é a OWL *Lite*. Em nível permissor a verificar inconsistências pertinentes de fragmentos por lógica de primeira ordem, passível de raciocínio automático, a OWL *DL* é a mais recomendada. No nível mais alto de expressividade, quando a essência da Ontologia será de expor o máximo do conhecimento onde deduções não são permitidas, o padrão OWL *Full* é o mais recomendado (HORRIDGE, 2011). A Figura 8 ilustra a OWL em seus dialetos:

Figura 8 – Dialetos OWL



Fonte: HORRIDGE, 2011



As primitivas de Classes ilustradas podem ser distribuídas em sete grupos:

- Classes para definir Classes e Restrições (*owl:Class* e *owl:Restriction*) – As primitivas *owl:Class* evoluíram da *rdfs:Class* para definir Classes. As primitivas *owl:Restriction* limitam as *owl:Class*, sendo utilizadas para restrições de Propriedades dessas Classes como Objetos numéricos e restrições existenciais.
- Classes para definir Propriedades (*owl:ObjectProperty*, *owl:DatatypeProperty*, *owl:TransitiveProperty*, *owl:SymmetricProperty*, *owl:FunctionalProperty*, *owl:InverseFunctionalProperty* e *owl:AnnotationProperty*) – São Classes limitadas da *owl:Property*. *ObjectProperty* define Classes conectadas a outras classes, *DatatypeProperty* define o tipo de dado na Classe, *TransitiveProperty* e *SymmetricProperty* servem para definir características lógicas de Propriedades de Classes, *FunctionalProperty* e *InverseFunctionalProperty* servem para definir restrições globais de Propriedades das Classes. Em OWL Lite e OWL DL *InverseFunctionalProperty* são definidas como subClasses de *ObjectProperty*. Já em OWL Full, *InverseFunctionalProperty* também pode ser um *DatatypeProperty*. Por essa razão a Figura 9 ilustra esse primitiva como subClasse de *rdf:Property*. A primitiva *AnnotationProperty* serve para definir Propriedades que não possuem consequências lógicas em uma Ontologia OWL, essa primitiva impõe informações sobre Classes, Propriedades, Indivíduos ou toda Ontologia.
- Classes para apontar diferenças entre Indivíduos (*owl:AllDifferent*) – Serve para especificar que muitas Instâncias são diferentes umas das outras. A explicação vem do porquê em OWL não assumimos que nomes únicos podem referir a um mesmo Indivíduo.
- Classes para definir tipos de dados (*owl:DataRange*) – Servem para estabelecer valores pré-definidos, dados aceitam somente um tipo de Objeto.
- Classes pré-definidas (*owl:Thing* e *owl:Nothing*) – Representam respectivamente a Classes geral e menos geral.
- Classes para definir Ontologias (*owl:Ontology*) – É a primitiva que representa a raiz de uma Ontologia OWL, contendo todas as especificações.
- Classes para definir versões das Ontologias (*owl:DeprecatedClass* e *owl:DeprecatedProperty*) – São usados apenas para fins informativos para quando uma Classe ou Propriedade da Ontologia se torna obsoleta.

Quanto às Propriedades em OWL, estas são derivadas e construídas com Primitivas KR em expressões de Classes. A organização é feita em dois grupos (GÓMEZ-PÉREZ *et al.*, 2004): Primitivas definidas para OWL *Lite*, podendo ser utilizadas em *Lite*, DL e *Full* e as primitivas definidas para OWL DL, podendo ser utilizadas em DL e *Full* somente. A Tabela 2 certifica as vinte e quatro Propriedades possíveis de implementação no modelo OWL:

Tabela 2 – Propriedades no padrão OWL

Nome da Propriedade	Primitiva na OWL
<i>owl:intersectionOf</i>	<i>rdf:List</i>
<i>owl:unionOf</i>	<i>rdf:List</i>
<i>owl:complementOf</i>	<i>owl:Class</i>
<i>owl:oneOf</i>	<i>rdf:List</i>
<i>owl:onProperty</i>	<i>rdf:Property</i>
<i>owl:allValuesFrom</i>	<i>rdfs:Class</i>
<i>owl:hasValue</i>	Não especificado
<i>owl:someValuesFrom</i>	<i>rdfs:Class</i>
<i>owl:minCardinality</i>	<i>xsd:nonNegativeInteger</i> OWL <i>Lite</i> : {0, 1} OWL DL/Full: {0,...,N}
<i>owl:maxCardinality</i>	<i>xsd:nonNegativeInteger</i> OWL <i>Lite</i> : {0, 1} OWL DL/Full: {0,...,N}
<i>owl:cardinality</i>	<i>xsd:nonNegativeInteger</i> OWL <i>Lite</i> : {0, 1} OWL DL/Full: {0,...,N}
<i>owl:inverseOf</i>	<i>owl:ObjectProperty</i>
<i>owl:sameAs</i>	<i>owl:Thing</i>
<i>owl:equivalentClass</i>	<i>owl:Class</i>
<i>owl:equivalentProperty</i>	<i>rdf:Property</i>
<i>owl:sameIndividualAs</i>	<i>owl:Thing</i>
<i>owl:differentFrom</i>	<i>owl:Thing</i>
<i>owl:disjointWith</i>	<i>owl:Class</i>
<i>owl:distinctMembers</i>	<i>rdf:List</i>
<i>owl:versionInfo</i>	Não especificado
<i>owl:priorVersion</i>	<i>owl:Ontology</i>
<i>owl:incompatibleWith</i>	<i>owl:Ontology</i>

Fonte: GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004

A Tabela 2 sumariza na coluna da esquerda a forma de escrita e nome das Propriedades, enquanto na coluna da direita temos as Classes das quais as Propriedades são mantidas. Nos valores “Não especificado” na coluna da direita significam que a Propriedade pode assumir qualquer valor, independentemente das Classes em Ontologias OWL, pois não existe uma restrição de valor que está sendo imposta por uma Classe específica.

Para definir o nível da sub-linguagem ou dialeto OWL, conforme explicado na página anterior, a divisão é feita em dois grupos. Gómez-Pérez; Fernández-López e Corcho (2004) esclarecem as seguintes Propriedades para definir o nível de expressividade OWL *Lite*:

- Conjunção (*owl:intersectionOf*) – O alcance desta Propriedade em OWL *Lite* é restringido à identificadores de Classes e restrições de Propriedades.

- Restrições de Propriedades – São definidos com a Classe *owl:Restriction*, onde Restrições são definidas com dois elementos – *owl:onProperty* o qual refere ao nome da Propriedade, e um outro elemento que expresse:

- Restrição de valor (*owl:allValuesFrom*).
- Restrição existencial (*owl:someValuesFrom*).
- Restrição numérica (*owl:cardinality*, *owl:maxCardinality* e *owl:minCardinality*).

O valor dessas Propriedades é restrito em 0 e 1. Isso permite ao usuário de indicar “pelo menos um”, “não mais do que um” e “exatamente um”.

No segundo grupo, para definir o nível de expressividade em Classes OWL DL, Gómez-Pérez; Fernández-López e Corcho (2004) estabelecem as Propriedades que seguem:

- Conjunção (*owl:intersectionOf*), Disjunção (*owl:unionOf*) e Negação (*owl:complementOf*). Compreende-se a não existência de restrições que possam limitar essas Propriedades, diferentemente do primeiro grupo OWL *Lite* com restrição à identificadores.

- Coleções de Indivíduos (*owl:oneOf*).
- Restrições de Propriedades – Assim como no primeiro grupo, também é definido com a Classe *owl:Restriction* e como Propriedade *owl:onProperty* somado a outro elemento com:

- Funções de preenchimento (*owl:hasValue*).
- Restrição numérica (*owl:cardinality*, *owl:maxCardinality* e *owl:minCardinality*).

O diferencial no valor dessas Propriedades em comparação ao primeiro grupo é a não existência de restrição, indicando valores inteiros incluindo 0 até N números.

Em razão de uniformizar a estrutura de domínios de conhecimento em OWL feito por *designers* de Ontologias, o consórcio W3C disponibilizou em seu próprio site as especificações formais, sendo a última versão da OWL publicada como recomendação em 10 de fevereiro de 2004. Os esforços da “W3C OWL Working Group” resultaram em uma extensão da OWL, a chamada OWL 2 (2009). Porém, para o presente propósito a linguagem utilizada continuará a ser a primeira versão da OWL, em vista das inferências continuarem idênticas em todos os casos práticos e do material estudado. As principais mudanças remetem prioritariamente ao nível de expressividade da Ontologia que aumentou na OWL 2.

## 2.6 Conclusões

Neste capítulo notamos a abrangência do universo Ontologias. A ênfase, porém, restringiu-se ao fim proposto neste trabalho. O contexto da classificação que existe em fatores semânticos no domínio de conhecimento escolhido nos permite rotular a OCN – Brasil com o termo de Ontologia “*Heavyweight*” pois sua direção tende à uma Ontologia de aplicação como mencionado no capítulo introdutório.

Após explicar os tipos de Ontologia, condissemos que a OCN – Brasil possuirá descrições de domínio e tarefas, apoiando na aplicação a que se destina: Compras Diretas e Pregão Presencial. Deparamos nesse ponto com as linguagens para representar um domínio de conhecimento que pode ser colocado como aplicação. O padrão de destaque foi a OWL, informada pela comunidade científica que recomenda fortemente a sua utilização, justificativa essa dada por atender necessidades de aplicações com a programação de uma Ontologia.

Pudemos observar que o padrão atual mencionado, a OWL não foi criada instantaneamente em um ano “x” e passou a ser absoluta em Ontologias de aplicação. Ao contrário. Houve todo um esforço global com evolução de elementos favoráveis para se chegar em uma união e consequentemente estabilidade, explicação dada pelo fato da OWL herdar primitivas dos padrões anteriores o que não se limita apenas ao RDF e RDFS.

Com a OWL é possível criar Ontologias, fornecer informações para explicar conceitos, fornecer informações para explicar Propriedades, explicar fatos sobre um determinado domínio, fornecer informações sobre Indivíduos que fazem parte de um domínio, e por fim determinar consequências do que foi construído e explicado.

Com a prática de *software* ao longo do curso de TADS afirmo a existência de muitos aspectos em comum com Ontologias. Exemplos concretos foram os modelos de Análise Estruturada vistos em Engenharia de *Software*, modelos de Entidade Relacionamento vistos em Banco de Dados, e demais em Análise Orientada a Objetos. Karin Breitman (2005) assegura — “A construção desses modelos, bem como a de Ontologias, envolve processos de descoberta, modelagem, validação e verificação da informação. É necessário identificar conceitos, entidades, relacionamentos, funções, dados e processos”. Por fim com a realização dessas tarefas são obtidos modelos representativos do domínio para o qual se deseja desenvolver um sistema. No próximo capítulo: Metodologia, será difundida a realização de tarefas adotada no trabalho, o processo de construção da OCN – Brasil.

### 3 METODOLOGIA

---

Natalya F. Noy e Deborah L. McGuinness da universidade de Stanford nos Estados Unidos escreveram um artigo guia para se criar Ontologias: A Metodologia 101. Afirmado pelas autoras e já comprovado ao longo dos anos, não existe um método pré-definido correto para o *design* de novas Ontologias. O que será e foi exposto é a experiência das autoras com o desenvolvimento de uma metodologia considerada útil e recomendada pela comunidade da ferramenta de desenvolvimento Protégé (Ferramenta para criação de Ontologias desenvolvida pela Universidade de Stanford – Será apresentada no capítulo Tecnologias). Todavia, três regras foram enfatizadas sobre a criação de Ontologias, e porventura irão ajudar na tomada de decisão em variadas situações (NOY; MCGUINNESS, 2001):

- Não existe um caminho correto a ser seguido para modelar um domínio de Ontologias, sempre haverá alternativas viáveis. A melhor solução quase sempre dependerá da aplicação que o *designer* possui em mente e demais extensões;
- O *design* de Ontologias é necessariamente um procedimento iterativo;
- Conceitos em Ontologias devem estar o mais próximo de objetos físicos ou lógicos, e também relacionados com o domínio de interesse, geralmente significados ou verbos em sentenças que descrevem seu domínio de interesse.

Decidir a função a que se destina a Ontologia e seu grau de detalhamento ou generalidade irão guiar a modelagem e decisões que devem ser tomadas durante a metodologia em ação (BREITMAN, 2005). No caso definiu-se que o número de detalhamento será o mais amplo possível com foco nas modalidades do Compras e seus limites tangíveis em Compra Direta e Pregão Presencial, em demanda técnica será uma Ontologia de aplicação.

Estabelecidas as preliminares, os caminhos envolvidos na construção de Ontologias com a Metodologia 101 deste trabalho é a seguinte sequência de sete passos:

- 1º – Determinar o domínio e o escopo da Ontologia.
- 2º – Considerar o reuso de outras Ontologias.
- 3º – Enumerar os termos importantes da Ontologia.
- 4º – Definir Classes e Hierarquia de Classes.
- 5º – Definir as Propriedades das Classes.
- 6º – Definir os valores das Propriedades.
- 7º – Criar Instâncias.

## 4 TECNOLOGIAS

---

Neste capítulo será abordado práticas integradas à Ontologias de Aplicação e que possuem consistência com a Metodologia 101 adotada. As seções apresentadas englobam as tecnologias pesquisadas, são mencionadas comparações e justificativas de escolha para cada ferramenta tendo como fim a construção da OCN – Brasil. Estão presentes os propósitos, terminologias e um sucinto histórico do Protégé e da linguagem SPARQL.

### 4.1 Protégé

O ambiente de desenvolvimento de Ontologias Protégé nasceu como tese de Mark Musen em 1988 na Universidade de Stanford. Seu princípio consistia em um sistema para definir modelos de ensaios médicos em qualquer domínio, gerando relatórios que dessem suporte a decisões clínicas dos pacientes examinados.

No início dos anos 90, o Protégé, na época Protégé-II, se tornou um ambiente de engenharia do conhecimento na plataforma NeXTStep para definir modelos e gerar edição por meio de interface gráfica. Na metade dos anos 90, o Protégé, chamado de ProtégéWin, passou a ser usado no ambiente Windows com interação de grupos de usuários externos. Somente na virada do século perdurando até os dias atuais foi que o Protégé se tornou uma plataforma *Open Source*. A base contemporânea do Protégé é em Java e a proposta dessa concepção é modelar conhecimentos formais com interoperabilidade, integrando-se com *plug-ins* externos. Atualmente o Protégé encontra-se na versão 5.2, oferece suporte ao padrão de representação de Ontologias OWL e é mantido pela Universidade de Stanford em conformidade e apoio de uma imensa comunidade que sustenta o projeto com inovações.

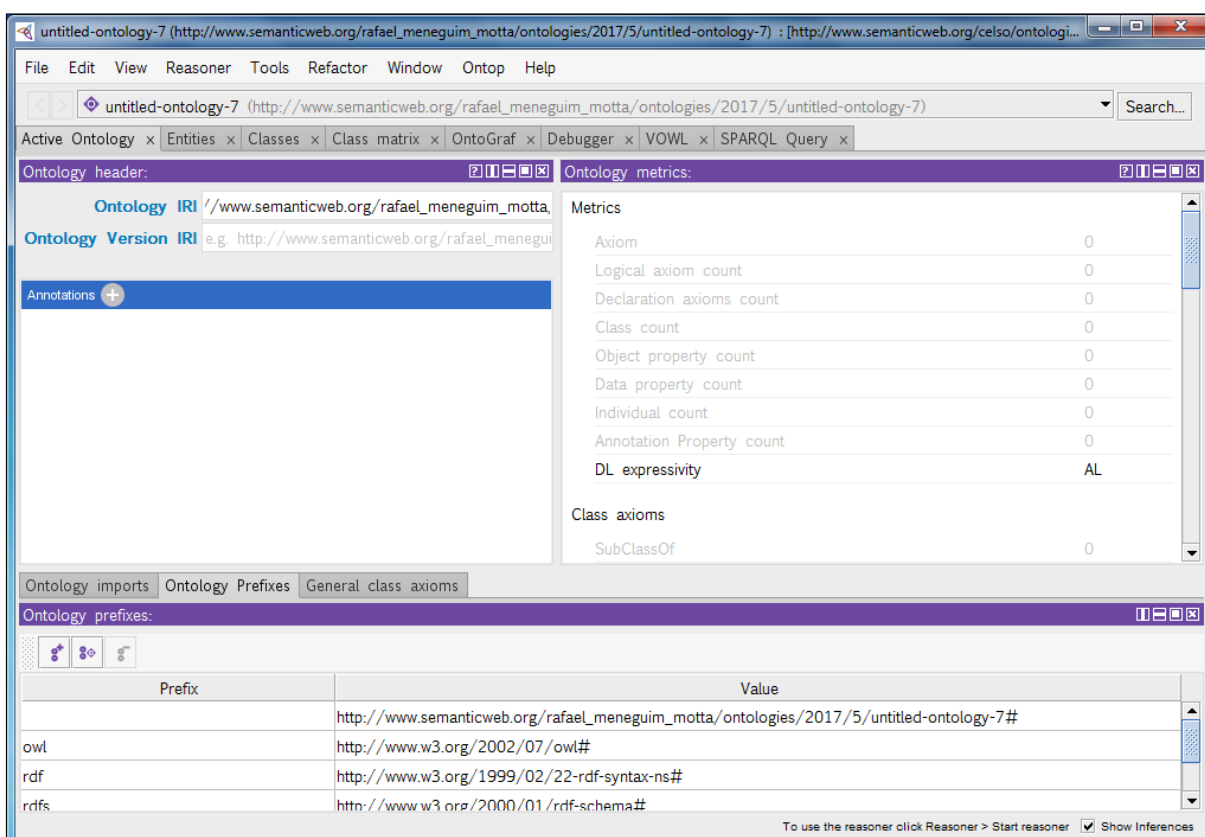
Nos dias atuais existe uma gama de ferramentas diversificadas para o desenvolvimento de Ontologias tal como DagEdit, DOE, IsaViz, OilEd, OntoBuilder, OntoEdit, Ontolingua, OntoSaurus, SymOntoX, SemTalk, Icom, WebODE, WenONTO, entre muitos outros. Cada um dos ambientes mencionados utilizam diferentes linguagens para representação de Ontologias. O Protégé em especial possui muitos atributos fortes que o levou a ser escolhido para o presente trabalho, principalmente devido capacidade de verificação da consistência e expressividade da Ontologia, a integração com o padrão OWL escolhido para a programação de uma Ontologia de aplicação, além de sua popularidade com ampla comunidade de suporte. A Figura 10 ilustra o ambiente de desenvolvimento Protégé em sua versão 5.2.



Outra justificativa da escolha do Protégé que foi levada em consideração na construção da OCN – Brasil é pelo fato de seus componentes possuírem terminologia parecida com o padrão OWL. Uma Ontologia OWL consiste de Classes, Objetos e Propriedades; o que simplificando na interface do Protégé correspondem a *Classes*, *Instances* e *Slots*:

- *Classes*
  - Definem os conceitos da Ontologia.
  - Podem ser vistos como conjuntos.
- *Instances*
  - São os Objetos (Instâncias) da Ontologia.
- *Slots*
  - Relações entre os Objetos.
  - Atributos dos Objetos.

Figura 10 – Interface do Protégé 5.2



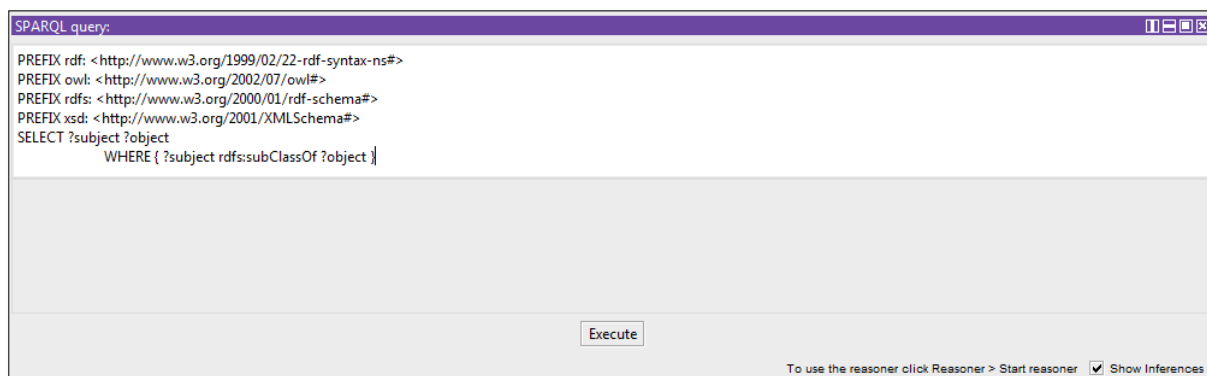
Fonte: Própria do autor

## 4.2 SPARQL

É uma linguagem orientada a dados, muitas vezes referida como linguagem de query RDF por buscar e trazer informações armazenadas em Ontologias. A razão do RDF é atribuída por suas consultas serem semânticas em estrutura de dados que representam conhecimento. A sigla significa o acrônimo para Protocolo SPARQL e linguagem de consulta em Queries RDF. A primeira publicação a respeito do SPARQL ocorreu junto ao RDF em meados de 2004 e hoje é tida como recomendação do W3C integrando consultas com a OWL.

Sua sintaxe se assemelha muito à SQL, facilitando assim o aprendizado na sintaxe da linguagem. O SPARQL é baseado na tripla de três elementos em Ontologias vistas nas subseções da seção 2.5 Linguagens. Os três elementos servem de filtros para restringir o *schema* URI definido no início do documento, estes podem ser abreviados com prefixo nos nomes. Objetos podem ser literais (booleanos, strings, float, etc.). Atualmente a SPARQL já vem integrada ao ambiente de desenvolvimento Protégé. A estrutura de consulta SPARQL é padronizada em uma ordem como pode ser visto na Figura 11:

Figura 11 – SPARQL integrado ao Protégé



Fonte: Própria do autor

- Declarações de Prefixos para abreviar URI – Por padrão já são nomeados rdf, owl, rdfs e xsd nas primeiras linhas por integrarem o SPARQL padrão como *namespaces*. Estes tem o papel importante de integrar a sintaxe de outros padrões, por exemplo existem especificidades em RDF que mantiveram as mesmas propriedades das primitivas em OWL:

- PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
- PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
- PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
- PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

- Define-se após a declaração de prefixos os então resultados que serão inferidos na Ontologia, o SELECT assim como em SQL é utilizado para saber quais valores o comando retornará, no exemplo da Figura 11 são selecionadas as Classes com respectivos Objetos:

- SELECT ?subject ?object

- Apenar de não constar na Figura 11 por não ser uma cláusula obrigatória, além do que está ocorrendo um comando de seleção em todas as Classes e Objetos sem especificação, o SPARQL possui em sua sintaxe a essência com FROM para identificar as fontes dos dados que estão sendo retornados pelo SELECT.

- E na última linha da Figura 11 encontra-se a declaração WHERE, que da mesma maneira que no SQL define onde os dados serão localizados. Contudo existe uma exclusividade, no caso do SPARQL a cláusula WHERE infere junto a tripla de Recurso, Propriedade e Objeto, assim pode-se saber onde o que se procura será buscado:

- WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?object }

A W3C definiu o SPARQL como um caminho flexível e extensível para representar informações de Ontologias. Não se limitando a isso, a linguagem ainda é usada para arquitetar outras diversas coisas em artefatos digitais como músicas e imagens, além de prover significados de integração diferentes fontes de informação. O SPARQL suporta agregação, subConsultas, negações, criação de expressões por valores, teste de valor extensível e restrições de consultas partindo da Ontologia base em metadados. Os resultados das consultas SPARQL podem ser considerados conjuntos de resultados RDF (tradução nossa, THE SPARQL WORKING GROUP, 2013). Isso por que uma busca traz em sua essência todas URIs resultantes, e por serem únicos resolvem problemas de interoperabilidade semântica.

## 5 DOMÍNIO DE CONHECIMENTO

---

Serão apresentados nesse capítulo os resultados do estudo de campo com o profissional selecionado. As seções não divididas em ramificações de Generalidade para descrever o domínio de conhecimento e atribuições que cabem ao departamento do Compras. Duas seções foram selecionadas para enfatizar as tarefas em Compra Direta e Pregão Presencial.

### 5.1 Compras

Existem os setores municipais que farão a requisição ao Compras. As requisições são: Materiais, Produtos, Equipamentos ou Serviços. É pedido às empresas uma cotação: se até R\$8.000,00 é feito a Compra Direta. Se for acima de R\$8.000,00 são feitas Licitações.

Regido pela lei 10520/2002 existe o Pregão. Regido pela lei 8666/1993 existem as modalidades de Compra Direta, Convite, Tomada de Preço e Concorrência. O processo é formado pela Requisição do Setor, Cotação das Empresas Fornecedoras, Média de Preços, Apuração de Verba para ser feita uma Dotação Orçamentária, Autorização da Autoridade Competente, Edital, Parecer Jurídico e Publicações com Resumo do Edital.

No edital deve ser especificado qual Objeto está sendo requisitado — “pode ser por exemplo, aquisição de materiais de escritório, aquisição de materiais de construção, serviços de manutenção para algum propósito como elaboração de um muro, construção de um prédio, entre mais de acordo com o departamento requisitante”. O valor médio encontrado da compra é feito através da cotação com as empresas. O procedimento segue com a definição do local da sessão, quando as empresas comparecerão para apresentar o produto delas. As empresas presentes devem portar envelope de documentação comprovando habilitação de participação e a proposta (lei do credenciamento). Uma comissão julgadora verá se a documentação confere, e assim sendo, é elaborado a ata da sessão colocando a data, horário e quem esteve presente (empresas com: nome, CNPJ, endereço, etc.). Consta-se a licitante vencedora, a empresa vencedora nessa ata. Existe também o parecer jurídico na averiguação se está tudo ok, este approve vai junto ao edital. Antes da seção também é feita a publicação do resumo do edital.

Depois de ocorrida a sessão da ata e que se sabe o vencedor, a licitação será homologada pela autoridade competente que já deu a autorização para fazer o procedimento. O documento de homologação contém a empresa “vencedora do Objeto” constando assinatura e datado pela autoridade competente. Finalizando o procedimento de Licitação é feita a publicação do ato da homologação e também o pedido de compras, isto é, a autorização de

fornecimento do Objeto solicitado pelo setor. É enviado para a empresa o pedido de compras, e depois de alguns dias o Objeto é entregue ou um funcionário da empresa, o qual é enviado para atender ao requisito, juntamente com a nota fiscal que é passada para pagamento.

#### *5.1.1 Compra Direta*

Para chegar aos preços para compras/modalidades são feitos orçamentos com as empresas através da Requisição. Contato geralmente é por e-mail, e existe a possibilidade por telefone também. A requisição que o setor fez é modificada para ser enviada para as empresas. Se o valor da compra é menor do que R\$8.000,00 pela empresa com o menor valor, então é feito Compra Direta. Se não, obtêm-se a média do orçamento das três empresas (mínimo necessário). Caso não haja resposta das empresas são formulados e-mail resposta para a empresa constando que ela não se interessou.

A Compra direta é regida pela Lei Federal 8666 de 21 de junho de 1993, mais especificamente no Artigo 24, citado como Dispensa de Licitação, o qual consta no Anexo B deste trabalho. O processo de compra direta se inicia juntando a documentação que o requisitante forneceu, mais o pedido de orçamento e mais a elaboração do pedido de compras sendo este enviado por e-mail para o fornecedor que proveu o menor preço, melhor cotação. Normalmente 5 dias, 10 dias prazo de entrega para compra de equipamentos. Se a empresa ultrapassar o prazo estipulado em dias o Compras entra em contato com a empresa se anteriormente não forneceu explicação de situações adversas que impediram o produto de ser estabelecido. Pode ser cancelado amigavelmente também se não conseguir fornecer. É muito difícil a empresa não cumprir, mas se a justificativa da empresa não for aceita, o departamento jurídico poderá notifica-la. Isto é, um novo espaço de tempo para fornecimento, caso contrária podendo ficar de 2 a 5 anos em pauta sem participação de compras municipais.

#### *5.1.2 Pregão Presencial*

É aplicado para todo pedido de bens e serviços segundo a Lei Federal 10520 de 17 de julho de 2002 – Materiais, produtos, serviços comuns e serviços de engenharia. Prazo de publicidade para o Pregão é de 8 dias úteis: Divulga-se um resumo do edital no site municipal, no jornal de grande circulação regional e no diário oficial do estado. Até o segundo dia útil anterior à data apazada para a seção, qualquer pessoa ou licitante poderá apresentar “impugnação” ou “pedido de esclarecimento” com relação ao edital divulgado.

No dia e horário aprazados para a sessão do pregão presencial, o pregoeiro e a equipe de apoio designados através de portaria assinada pela autoridade competente, iniciará a seção solicitando às licitantes presentes os documentos de credenciamento de cada empresa e do procurador, caso este esteja presente; ou somente é credenciada a empresa, caso tenha enviado os documentos via correios ou outros meios presenciais. Não é aceitável documentos das empresas participantes via fax ou e-mail. Após o credenciamento das empresas participantes o pregoeiro/a solicita os envelopes “proposta” das empresas licitantes e inicia a abertura da segunda fase da seção do pregão. O pregoeiro e a equipe de apoio analisarão cada proposta apresentada, classificará ou desclassificará a mesma em caso de a proposta estar em desacordo com o edital (quem for desclassificado e não concordar poderá abrir recurso no final da seção). Para o início de lances, o pregoeiro classificará as três melhores propostas e as outras que estiverem até 10% do valor da proposta da empresa primeira classificada. Iniciará então, os lances até chegar no último preço ofertado; neste momento as outras empresas já declinaram do oferecimento de lances. É exposto tudo no telão da sessão para as empresas ficarem sabendo das informações. A Lei Federal 10520 de 2002 consta no Anexo B.

## 6 A APLICAÇÃO

---

Neste capítulo será abordada a implementação do Domínio de Conhecimento em uma Ontologia de aplicação a partir do ambiente de desenvolvimento Protégé. As seções apresentadas englobam a sequência de passos da Metodologia 101. São mencionadas especificidades em cada seção, esclarecendo se necessário a justificativa de decisão tomada.

### 6.1 Escopo

O início do desenvolvimento de uma Ontologia é definir o domínio ou escopo por meio de algumas questões básicas:

- Qual o domínio que a Ontologia vai cobrir?
  - Procedimento de Compras Diretas e através de licitações por Pregão Presencial para a câmara, prefeituras e autarquias municipais no Brasil.
- A Ontologia será usada para qual fim?
  - Compartilhamento comum de informações da estrutura e procedimentos por licitações no Compras entre os servidores públicos que compõe e no propósito de ser interpretada de máquina para máquina (interoperabilidade).
  - Habilitar a reutilização do domínio específico de conhecimento.
  - Explicitar os deveres do departamento de Compras municipais com as respectivas categorias escolhidas.
  - Distinguir a representação do conhecimento específico em compras de demais conhecimentos operacionais administrativos.
  - Estruturar o conhecimento coletado do domínio e suas tarefas a fim de expô-lo em linguagem de máquina habilitando inferências.
- Quais questões com base nas informações presentes na Ontologia serão respondidas?
  - Qual o responsável a dar o parecer jurídico para as cotações das empresas?
  - Qual o responsável por formular a Ata em uma sessão presencial de Pregão?
  - Quais os setores que devem fazer contato com compras para requisitar os Objetos necessários e respectivo responsável por receber as requisições?
  - Quais são os responsáveis por obter a média de preços dos objetos Requeridos e a quem os procuradores são encarregados de entregar suas propostas?
  - Quais os responsáveis por assinar o documento de homologação e a quem corresponde essa função no departamento de Compras municipais?

- Qual o prazo máximo envolvendo o processo licitatório para a empresa cumprir com a entrega do objeto requerido e respectiva documentação necessária?

## 6.2 Reuso e Ontologias de base

É importante considerar o reuso de Ontologias disponíveis em repositórios *online* evitando um trabalho duplicado para início do *design* da Ontologia, utilizando assim apropriados termos genéricos e descartando os desnecessários com a ênfase dada principalmente em expandir a Ontologia para representar o determinado domínio. A pesquisa *online* foi feita, porém, não foram encontradas Ontologias genéricas no repositório americano do Protégé (Stanford), uma possível justificativa seria a pouca difusão da tecnologia escolhida em trabalhos científicos por instituições científicas brasileiras. Assim, por se tratar de um conhecimento verificado previamente, a utilização do estudo de caso em instrumento de pesquisa com um profissional de área capacitado e experiente foi necessária. No mais, a coleta de dados proporcionou a representação concreta e detalhada do departamento de Compras e categorias escolhidas, partindo do início ao desenvolver da OCN – Brasil.

## 6.3 Termos importantes

- Ata da sessão: Descrição dos fatos ocorridos na sessão de licitação.
- Autoridade competente: Aquele que autoriza a compra dentro do setor.
- Autorização de compra: Datado e assinado pelo responsável do setor munícipe e autorizado pelo prefeito. Quando o prefeito não está presente o responsável passa a ser o chefe de gabinete (cargo atribuído) atrelado ao prefeito.
- Certidões/Comprovante/Declarações: São os documentos para habilitação de empresas em licitações (Certidão de habilitação: jurídica, fiscal e trabalhista, de qualificação técnica, declaração que não emprega menores de 18 anos, entre outros).
- Cotação: Documento com a média do preço da requisição pelo setor público.
- Dados cadastrais das empresas participantes de sessões de Licitação e cadastradas no sistema: Razão social, CNPJ, inscrição estadual, endereço, telefone, e-mail, pessoa de contato, grupo de fornecimento.
- Dotação Orçamentária: Reserva de verba para aquisição do Objeto solicitado.
- Edital: Documento que formaliza uma sessão de licitação com especificações como



local, documentos necessários as empresas concorrentes com e/ou sem contrato de prestação de serviço municipal (contém: data, objeto, hora e local).

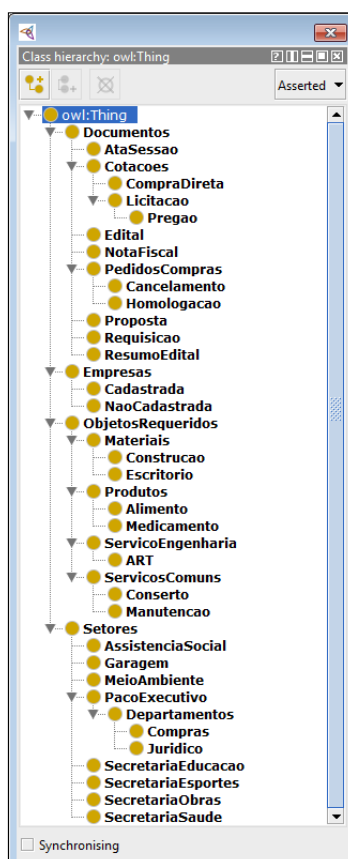
- Empenho: Ato análogo que substitui o contrato, é o documento que comprova a dotação orçamentária para pagamento após a aquisição do objeto adquirido.
- Homologação: Ato de confirmação de compra.
- Impugnação: Ocorre quando um licitante ou qualquer pessoa participante de sessão não aceita as condições exigido no edital. Este por sua vez questiona e solicita as informações que acham certas para ser colocadas no edital (pode solicitar por e-mail e protocolizar a impugnação junto do órgão que expede o edital de licitação). Se a impugnação for coerente e a administração aceitar, o edital será modificado com as novas informações e será apazada nova data e novo horário para a seção – Se o órgão que expede não aceitar a impugnação, prevalecerá a data e horário já divulgados.
- Modificações: As informações desnecessárias no arquivo de requisição de um determinado setor são omitidas para serem enviadas às empresas: O timbre de setor é modificado para o da prefeitura municipal, é exposto o pedido do produto para orçamento, o mais breve possível, o prazo é estipulado pelo responsável do setor. Se não responder com o orçamento, a empresa não é considerada. O mínimo são necessários 3 orçamentos de três empresas diferentes com cadastro na prefeitura.
- Pedido de esclarecimento: Ocorre quando o licitante ou qualquer pessoa solicita pedido de esclarecimento referente a alguma clausula, item, documento, objeto ou qualquer outra dúvida referente ao edital. Este questionamento poderá ser enviado no e-mail constante no edital.
- Procurador: Pessoa credenciada por empresa candidata a venda de produto. Representa a organização competente do produto necessário aos setores municipais.
- Propostas: Consta o termo de referência e o descritivo técnico com o preço proposto.
- Requisição/Solicitação: Deve ser feita pelo responsável do setor e autorizada pelo chefe do poder executivo (prefeito).
  - Descrição: Materiais, produtos e serviços. Caracterização de cada um está na lei nos respectivos Anexos B e C.
  - Tipo de listagem: Item por ordem quando solicitado mais de 1 unidade.
  - Título: Requisição de compras 1, 2, 3, 4 [...] (Individual) exemplo: A secretaria da educação faz a requisição com sequência numérica para controle interno da própria secretaria contendo Item, Quantidade, Unidade e Descrição.

- Unidade: São unidades de especificação como: peso, caixa, serviço, rolo, peça, lote e litro.
- Resumo do edital: Aviso de licitação, pregão número [1, 2, 3, ...], objetivando aquisição de produto. Informações pelo site ou pelo telefone do Compras.
- Sessão: reunião de pessoas que representam as empresas envolvidas além dos servidores públicos responsáveis pelo Compras.
- Setores: São aqueles que solicitam Requisição de Objetos para o Compras adquirir.
- Termo de referência: É o objeto a ser adquirido junto onde contenha o descritivo técnico – que seria o detalhamento do objeto.

#### 6.4 Hierarquia de Classes

As Classes foram definidas com uma abordagem *Top-Down*, classificando aquelas com termos mais genéricos até as mais intrínsecas. A Figura 12 ilustra as Classes implementadas no ambiente de desenvolvimento Protégé, com base nas informações colhidas sobre o domínio:

Figura 12 – Hierarquia de Classes da OCN – Brasil

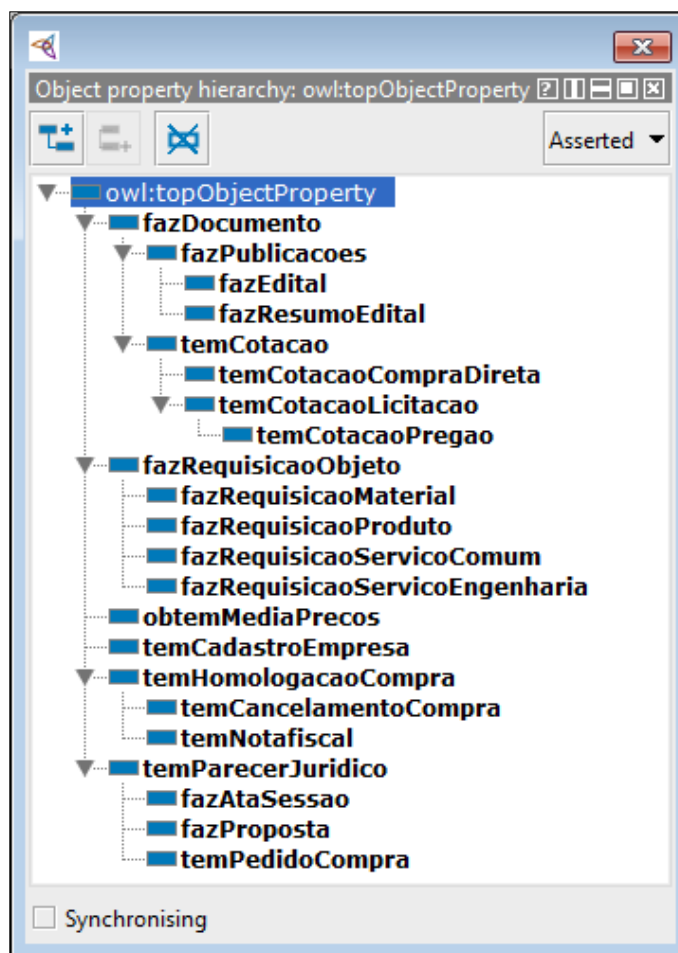


Fonte: Própria do autor

## 6.5 Propriedades das Classes

As propriedades das Classes no Protégé representam as relações entre os indivíduos. Os indivíduos podem ser Classes, Objetos ou Classe e Objeto. Tudo vai depender do domínio e seu respectivo alcance com a propriedade designada. A Figura 13 mostra as Propriedades criadas para condizer relacionamentos e respectivos domínio e alcance apropriado:

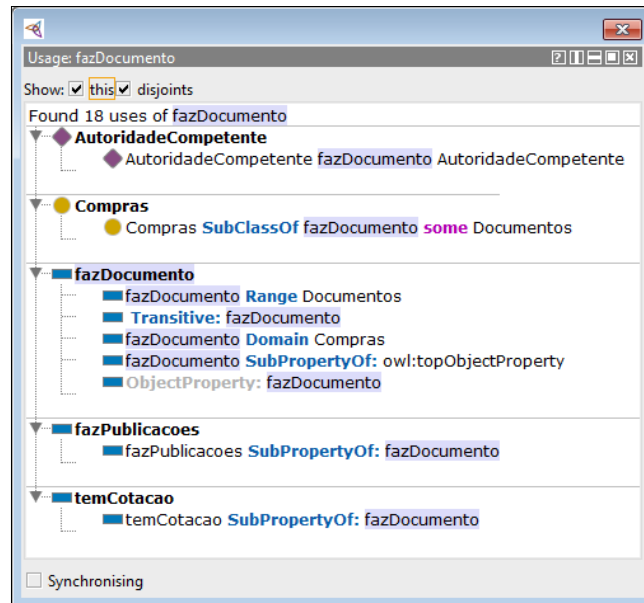
Figura 13 – Hierarquia de Propriedades da OCN – Brasil



Fonte: Própria do Autor

Na Figura 14 faz-se a representação em exemplo da propriedade “fazDocumento” para melhor contextualizar a explicação dada no parágrafo anterior. A propriedade “fazDocumento” possui 18 funcionalidades distribuídas entre as primitivas: propriedade designada por “AutoridadeCompetente”, classe “Compras”, tipos de propriedade que é sustentada e respectivas subpropriedades “fazPublicações” e “temCotação”:

Figura 14 – Exemplo das funcionalidades de uma propriedade

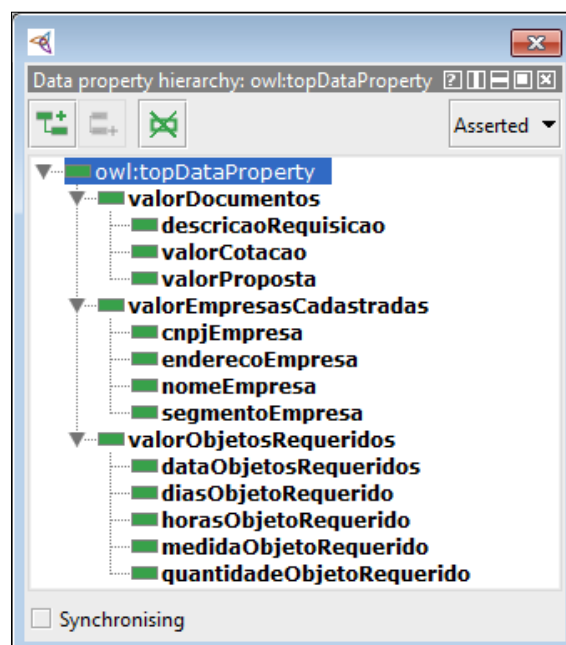


Fonte: Própria do Autor

## 6.6 Valores das Propriedades

Os valores das propriedades referem-se ao tipo de caractere que será tratado no objeto, onde uma propriedade faz relacionamento. Consequentemente o tipo de caractere que o valor recebe poderá representar uma restrição de valor. A Figura 14 ilustra o nome dos valores das propriedades presentes na OCN – Brasil:

Figura 15 – Hierarquia de Valores das Propriedades da OCN – Brasil

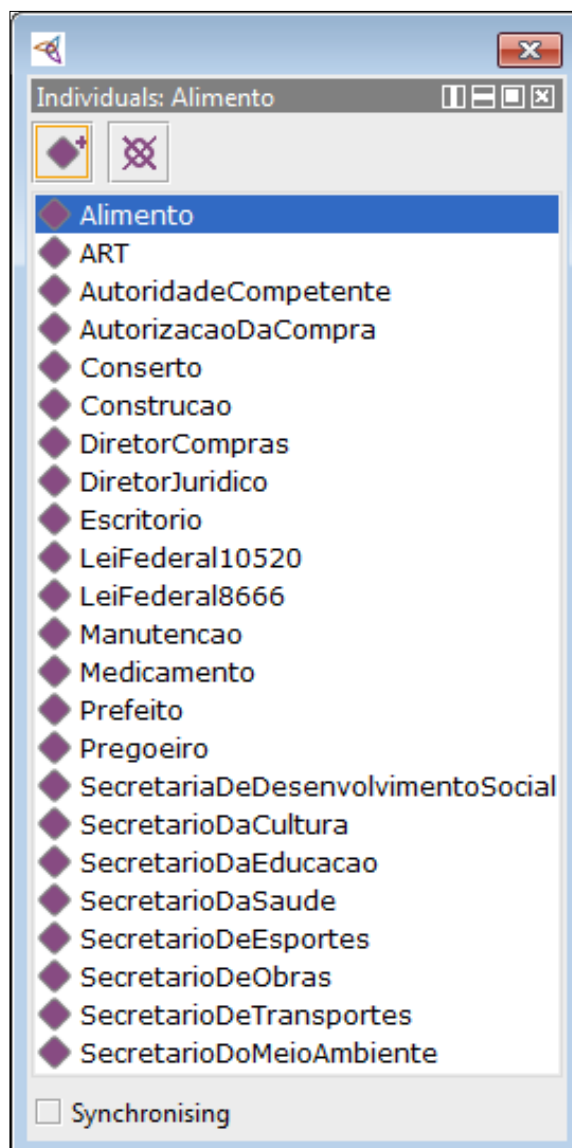


Fonte: Própria do Autor

## 6.7 Instâncias

O último passo da sequência é criar instâncias das Classes nas Hierarquias feitas. As respectivas instancias criadas são apresentadas na Figura 15:

Figura 16 – Instâncias das Classes da OCN – Brasil

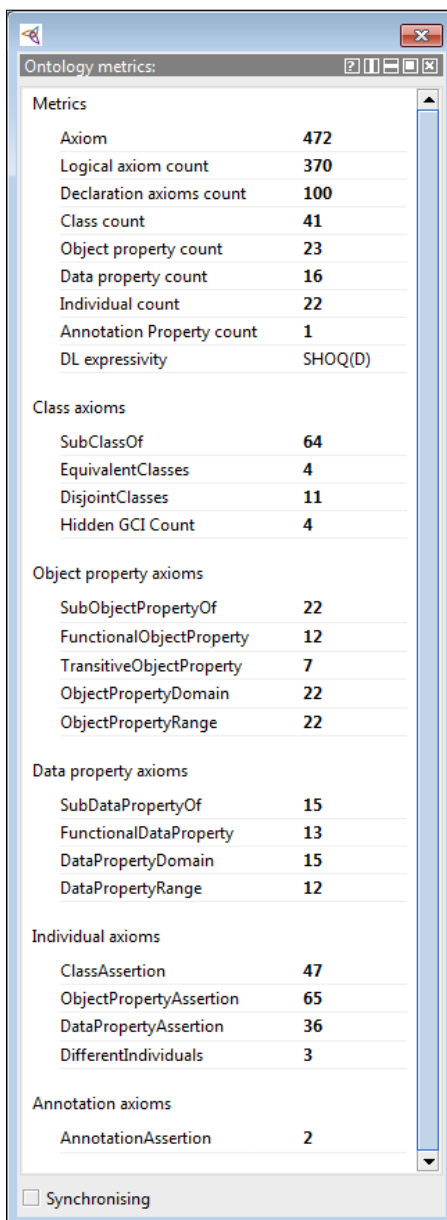


Fonte: Própria do Autor

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Métricas da Ontologia criada podem ser vistas na Figura 16. Esta mostra todas as terminologias em um relatório sucinto que compõem a OCN – Brasil. A composição é feita da união das Classes, Subclasses, Propriedades, Valores das Propriedades, Instâncias das Classes, Propriedades e Objetos além das restrições que especificam a modalidade de Compra Direta da modalidade de compras Pregão Presencial. Axiomas são tidos como verdades absolutas pois são únicas segundo a URI do elemento que representa, totalizando 472.

Figura 17 – Métricas da OCN – Brasil



Ontology metrics:	
<b>Metrics</b>	
Axiom	472
Logical axiom count	370
Declaration axioms count	100
Class count	41
Object property count	23
Data property count	16
Individual count	22
Annotation Property count	1
DL expressivity	SHOQ(D)
<b>Class axioms</b>	
SubClassOf	64
EquivalentClasses	4
DisjointClasses	11
Hidden GCI Count	4
<b>Object property axioms</b>	
SubObjectPropertyOf	22
FunctionalObjectProperty	12
TransitiveObjectProperty	7
ObjectPropertyDomain	22
ObjectPropertyRange	22
<b>Data property axioms</b>	
SubDataPropertyOf	15
FunctionalDataProperty	13
DataPropertyDomain	15
DataPropertyRange	12
<b>Individual axioms</b>	
ClassAssertion	47
ObjectPropertyAssertion	65
DataPropertyAssertion	36
DifferentIndividuals	3
<b>Annotation axioms</b>	
AnnotationAssertion	2
<input type="checkbox"/> Synchronising	

Fonte: Própria do Autor

A classificação da Ontologia é com expressividade SHOQ(D) porque possui premissas transitivas (S), hierarquia formal (H), restrições nominais de valores (O) — com certas propriedades direcionadas a certos Objetos, restrições de cardinalidade qualificadas (Q) — como a restrição para no mínimo três empresas com proposta na cotação e valores que definem compra direta em cotação de até R\$8.000,00 e acima disso são feitas licitações para compras e por fim o “(D)” representa o uso de dados que representam valores na Ontologia, são os valores das propriedades: Documentos, Empresas Cadastradas e Objetos Requeridos vistos na seção 6.6 Valores das Propriedades.

A Ontologia desenvolvida é um modelo de realidade e seus conceitos refletem os mesmos aplicados no mundo real. O diferencial é estar representado um domínio de conhecimento de máquinas para máquinas interpretarem.

A inferência do posicionamento humano sobre o domínio de conhecimento representado em Ontologias na OCN – Brasil será por meio da linguagem orientada a dados SPARQL. Após o desenvolver da versão final da Ontologia foi feita uma avaliação e depuração do seu grau de ação com o profissional no campo de domínio definido, discutimos métodos de resolução de problemas que a Ontologia atingiu. Pretende-se realizar esse último passo gradualmente a fim de evoluir os níveis de expressividade da OCN – Brasil.

As questões formuladas e resultados inferidos no código são os seguintes:

- Qual o responsável a dar o parecer jurídico para as cotações das empresas?  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorJuridico>
- Qual o responsável por formular a Ata em uma sessão presencial de Pregão?  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#AutoridadeCompetente>
- Quais os setores que devem fazer contato com compras para requisitar os Objetos necessários e respectivos responsáveis por receber as requisições?  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretarioDeTransportes>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretarioDaSaude>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretarioDeEsportes>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretariaDeDesenvolvimentoSocial>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretarioDaEducacao>  
<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretarioDeObras>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#SecretarioDoMeioAmbiente>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>

- Quais são os responsáveis por obter a média de preços dos objetos Requeridos e a quem os procuradores são encarregados de entregar suas propostas?

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#Pregoeiro>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#AutoridadeCompetente>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#AutoridadeCompetente>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#AutoridadeCompetente>

- Quais os responsáveis por assinar o documento de homologação e a quem corresponde essa função no departamento de Compras municipais?

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#Prefeito>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorJuridico>

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#DiretorCompras>

- Qual o prazo máximo envolvendo o processo licitatório para a empresa cumprir com a entrega do objeto requerido e respectiva documentação necessária?

<http://www.btv.ifsp.edu.br/rafael/2017/ocnb#AutorizacaoDaCompra>

"10"^^<<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#positiveInteger>>



## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma Ontologia de aplicação no domínio de Compras municipais. Por reger leis no amplo da nossa federação o nome Brasil foi acrescentado ao nome “Ontologia de Compras Nacional”, a OCN – Brasil. Os objetivos iniciais foram alcançados corroborando com os resultados obtidos. Foram utilizados o ambiente de desenvolvimento de Ontologias Protégé para a criação da aplicação, a Metodologia 101 para modelagem e foi feito um estudo de caso com o profissional de área para assim coletar requisitos concretos e embasados no domínio de conhecimento escolhido. As perguntas formuladas nos resultados provaram o grau da Ontologia como ferramenta passível de processamento automático, o que assegura solução ao problema de interoperabilidade semântica na comunicação de linguagens de máquinas que representam o domínio de conhecimento e descrição de tarefas específicas e formais.

Um conhecimento considerável amplo sobre Ontologias foi apresentado. Apesar de existirem a muito tempo, suas funcionalidades estão se tornando cada vez mais viáveis para atingir resultados de escalas complexas em *softwares*. A utilização mais frequente que vemos de Ontologias é no contexto da web semântica, como evolução ao *linked data* o que em parte acaba por menosprezar seus *insights* que como vistos no Referencial Teórico são muitos. Este trabalho deixou claro que Ontologia não possuem propósitos somente no campo da web semântica, podem ser implementadas em outras ramificações e nichos variados, em especial a que foi produzida no contexto de aplicação expondo domínio e tarefas que abrange o departamento de Compras municipais nas categorias cultivadas.

Como proposta de trabalhos futuros faz-se aberta a utilização de Ontologias de aplicação para o consumo feito por computadores, em especial a OCN – Brasil desenvolvida. O Protégé possibilita gerar a Ontologia em código JAVA para o fim de ser manejada por agentes de *software*, tal código fonte será entregue junto ao código fonte em padrão OWL. Os agentes de *software* bem como outros ambientes de desenvolvimento de Ontologias são direcionados ao tipo de informação que se faz presente, unindo a representação do conhecimento coletado. Ontologias podem ser consideradas um trunfo aos desenvolvedores de *softwares* que estão buscando alternativas diferentes ao comum.

## REFERÊNCIAS

---

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. **Scientific American**, v. 284, n. 5, p. 34–43, 2001.

BREITMAN, K. K. **Web semântica: a internet do futuro**. P2BS–11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

BRICKLEY, D.; GUHA, R. V. **RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2003/WD-rdf-schema-20030123/>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

GOCKEL, R. et al. **Lexicon philosophicum, quo tanquam clauē philosophiae fores aperiuntur, informatum opera & studio Rodolphi Goclenii Senioris, in Academia Mauritiana, quae est Marchioburgi, philosophiae professoris primarij. ..** [s.l.] typis viduae Matthiae Beckeri, 1613.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; CORCHO, O. **Ontological engineering : with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the semantic web**. London: Springer-Verlag, 2004.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge Acquisition**, v. 5, n. 2, p. 199–220, jun. 1993.

GRUBER, T. R. **Ontology**. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. **Proceedings of the first international conference**, n. June, p. 3–15, 1998.

HORRIDGE, M. **A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools Edition 1.3**. Manchester: [s.n.].

LASSILA, O.; MCGUINNESS, D. L. The Role of Frame-Based Representation on the Semantic Web. **Review of Accounting Studies**, v. 12, n. 3, p. 369, 2001.

LASSILA, O.; SWICK, R. R. **Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

MIZOGUCHI, R.; VANWELKENHUYSEN, J.; IKEDA, M. Task ontology for reuse of problem solving knowledge. **Towards Very Large Knowledge Bases**, p. 46–59, 1995.  
 PATEL-SCHNEIDER, P. F.; HORROCKS, I.; VAN HARMELEN, F. **OWL Web Ontology Language 1.0 Abstract Syntax**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2002/WD-owl-absyn-20020729/>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

NOY, Natalya F.; MCGUINNESS, Deborah L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. 2001.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. Knowledge engineering: Principles and methods. **Data & Knowledge Engineering**, v. 25, n. 1–2, p. 161–197, 1998.

TANIAR, D.; RAHAYU, J. W. **Web Semantics and Ontology**. London: IGI Global, 2006.

THE OWL WORKING GROUP. **OWL 2 Web Ontology Language Document Overview**. Disponível em: <[https://www.w3.org/TR/2009/WD-owl2-overview-20090611/#Documentation\\_Roadmap](https://www.w3.org/TR/2009/WD-owl2-overview-20090611/#Documentation_Roadmap)>. Acesso em: 9 jun. 2017.

THE RDF WORKING GROUP. **RDF Semantics**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-mt-20040210/>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

THE RDF WORKING GROUP. **RDF 1.1 Semantics**. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2014/REC-rdf11-mt-20140225/>>. Acesso em: 9 jun. 2017.

THE SPARQL WORKING GROUP. **SPARQL 1.1 Query Language**. Disponível em: <[https://www.w3.org/TR/sparql11-query/#defn\\_RDFTerm](https://www.w3.org/TR/sparql11-query/#defn_RDFTerm)>. Acesso em: 9 jun. 2017.

TIJERINO, Y. A.; MIZOGUCHI, R. {MULTIS II}: enabling end-users to design problem-solving engines via two-level task ontologies. **EKAU'93 Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems. Lecture Notes in Artificial Intelligence, LNCS 723**, p. 340–359, 1993.

VAN HEIJST, G.; SCHREIBER, A. T.; WIELINGA, B. J. Using explicit ontologies in KBS development. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 46, n. 2, p. 183–292, 1997.

## APÊNDICE A — Inferências SPARQL na OCN – Brasil

---

- Qual o responsável a dar o parecer jurídico para as cotações das empresas?  
SELECT ?x ?y  
WHERE { ?x ocnb:temParecerJuridico ?y }
- Qual o responsável por formular a Ata em uma sessão presencial de Pregão?  
SELECT ?x ?y  
WHERE { ?x ocnb:fazAtaSessao ?y }
- Quais os setores que devem fazer contato com compras para requisitar os Objetos necessários e respectivo responsável por receber as requisições?  
SELECT ?x ?y  
WHERE { ?x ocnb:fazRequisicaoObjeto ?y }
- Quais são os responsáveis por obter a média de preços dos objetos Requeridos e a quem os procuradores são encarregados de entregar suas propostas respectivamente?  
SELECT ?x ?y  
WHERE { ?x ocnb:obtemMediaPrecos ?y }
- Quais os responsáveis por assinar o documento de homologação do procedimento de compras e a quem corresponde essa função no departamento de Compras municipais?  
SELECT ?x ?y  
WHERE { ?x ocnb:temHomologacaoCompra ?y }
- Qual o prazo máximo envolvendo o processo licitatório para a empresa cumprir com a entrega do objeto requerido e respectiva documentação necessária?  
SELECT ?x ?y  
WHERE { ?x ocnb:diasObjetoRequerido ?y . FILTER(?y >= 1) }

## ANEXO A — Vocabulário de Conceitos em RDF

---

@prefix rdf: <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> .

<<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> a owl:Ontology ;

dc:title "The RDF Concepts Vocabulary (RDF)" ;

dc:description "This is the RDF Schema for the RDF vocabulary terms in the RDF Namespace, defined in RDF 1.1 Concepts." .

rdf:HTML a rdfs:Datatype ;

rdfs:subClassOf rdfs:Literal ;

rdfs:isDefinedBy <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> ;

rdfs:seeAlso <<http://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/#section-html>> ;

rdfs:label "HTML" ;

rdfs:comment "The datatype of RDF literals storing fragments of HTML content" .

rdf:langString a rdfs:Datatype ;

rdfs:subClassOf rdfs:Literal ;

rdfs:isDefinedBy <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> ;

rdfs:seeAlso <<http://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/#section-Graph-Literal>> ;

rdfs:label "langString" ;

rdfs:comment "The datatype of language-tagged string values" .

rdf:PlainLiteral a rdfs:Datatype ;

rdfs:isDefinedBy <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> ;

rdfs:subClassOf rdfs:Literal ;

rdfs:seeAlso <<http://www.w3.org/TR/rdf-plain-literal/>> ;

rdfs:label "PlainLiteral" ;

rdfs:comment "The class of plain (i.e. untyped) literal values, as used in RIF and OWL 2"

```

rdf:type a rdf:Property ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "type" ;
    rdfs:comment "The subject is an instance of a class." ;
    rdfs:range rdfs:Class ;
    rdfs:domain rdfs:Resource .

```

```

rdf:Property a rdfs:Class ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "Property" ;
    rdfs:comment "The class of RDF properties." ;
    rdfs:subClassOf rdfs:Resource .

```

```

rdf:Statement a rdfs:Class ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "Statement" ;
    rdfs:subClassOf rdfs:Resource ;
    rdfs:comment "The class of RDF statements." .

```

```

rdf:subject a rdf:Property ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "subject" ;
    rdfs:comment "The subject of the subject RDF statement." ;
    rdfs:domain rdf:Statement ;
    rdfs:range rdfs:Resource .

```

```

rdf:predicate a rdf:Property ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "predicate" ;
    rdfs:comment "The predicate of the subject RDF statement." ;
    rdfs:domain rdf:Statement ;
    rdfs:range rdfs:Resource .

```

```

rdf:object a rdf:Property ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "object" ;
    rdfs:comment "The object of the subject RDF statement." ;
    rdfs:domain rdf:Statement ;
    rdfs:range rdfs:Resource .

```

```

rdf:Bag a rdfs:Class ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "Bag" ;
    rdfs:comment "The class of unordered containers." ;
    rdfs:subClassOf rdfs:Container .

```

```

rdf:Seq a rdfs:Class ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "Seq" ;
    rdfs:comment "The class of ordered containers." ;
    rdfs:subClassOf rdfs:Container .

```

```

rdf:Alt a rdfs:Class ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "Alt" ;
    rdfs:comment "The class of containers of alternatives." ;
    rdfs:subClassOf rdfs:Container .

```

```

rdf:value a rdf:Property ;
    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;
    rdfs:label "value" ;
    rdfs:comment "Idiomatic property used for structured values." ;
    rdfs:domain rdfs:Resource ;
    rdfs:range rdfs:Resource .

```

rdf:List a rdfs:Class ;

    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;

    rdfs:label "List" ;

    rdfs:comment "The class of RDF Lists." ;

    rdfs:subClassOf rdfs:Resource .

rdf:nil a rdf:List ;

    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;

    rdfs:label "nil" ;

    rdfs:comment "The empty list, with no items in it. If the rest of a list is nil then the list has no more items in it." .

rdf:first a rdf:Property ;

    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;

    rdfs:label "first" ;

    rdfs:comment "The first item in the subject RDF list." ;

    rdfs:domain rdf:List ;

    rdfs:range rdfs:Resource .

rdf:rest a rdf:Property ;

    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;

    rdfs:label "rest" ;

    rdfs:comment "The rest of the subject RDF list after the first item." ;

    rdfs:domain rdf:List ;

    rdfs:range rdf:List .

rdf:XMLLiteral a rdfs:Datatype ;

    rdfs:subClassOf rdfs:Literal ;

    rdfs:isDefinedBy <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> ;

    rdfs:label "XMLLiteral" ;

    rdfs:comment "The datatype of XML literal values." .



**ANEXO B — Art. 24 da Lei Federal 8666/1993**

---

Art. 24. É dispensável a licitação:

I - para obras e serviços de engenharia de valor até 10% (dez por cento) do limite previsto na alínea "a", do inciso I do artigo anterior, desde que não se refiram a parcelas de uma mesma obra ou serviço ou ainda para obras e serviços da mesma natureza e no mesmo local que possam ser realizadas conjunta e concomitantemente; (Redação dada pela Lei nº 9.648, de 1998)

II - para outros serviços e compras de valor até 10% (dez por cento) do limite previsto na alínea "a", do inciso II do artigo anterior e para alienações, nos casos previstos nesta Lei, desde que não se refiram a parcelas de um mesmo serviço, compra ou alienação de maior vulto que possa ser realizada de uma só vez; (Redação dada pela Lei nº 9.648, de 1998)

III - nos casos de guerra ou grave perturbação da ordem;

IV - nos casos de emergência ou de calamidade pública, quando caracterizada urgência de atendimento de situação que possa ocasionar prejuízo ou comprometer a segurança de pessoas, obras, serviços, equipamentos e outros bens, públicos ou particulares, e somente para os bens necessários ao atendimento da situação emergencial ou calamitosa e para as parcelas de obras e serviços que possam ser concluídas no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias consecutivos e ininterruptos, contados da ocorrência da emergência ou calamidade, vedada a prorrogação dos respectivos contratos;

V - quando não acudirem interessados à licitação anterior e esta, justificadamente, não puder ser repetida sem prejuízo para a Administração, mantidas, neste caso, todas as condições preestabelecidas;

VI - quando a União tiver que intervir no domínio econômico para regular preços ou normalizar o abastecimento;

VII - quando as propostas apresentadas consignarem preços manifestamente superiores aos praticados no mercado nacional, ou forem incompatíveis com os fixados pelos órgãos oficiais competentes, casos em que, observado o parágrafo único do art. 48 desta Lei e, persistindo a situação, será admitida a adjudicação direta dos bens ou serviços, por valor não superior ao constante do registro de preços, ou dos serviços; (Vide § 3º do art. 48)

VIII - para a aquisição, por pessoa jurídica de direito público interno, de bens produzidos ou serviços prestados por órgão ou entidade que integre a Administração Pública e que tenha sido criado para esse fim específico em data anterior à vigência desta Lei, desde que o preço contratado seja compatível com o praticado no mercado; (Redação dada pela Lei nº

8.883, de 1994)

IX - quando houver possibilidade de comprometimento da segurança nacional, nos casos estabelecidos em decreto do Presidente da República, ouvido o Conselho de Defesa Nacional; (Regulamento)

X - para a compra ou locação de imóvel destinado ao atendimento das finalidades precípuas da administração, cujas necessidades de instalação e localização condicionem a sua escolha, desde que o preço seja compatível com o valor de mercado, segundo avaliação prévia; (Redação dada pela Lei nº 8.883, de 1994)

XI - na contratação de remanescente de obra, serviço ou fornecimento, em consequência de rescisão contratual, desde que atendida a ordem de classificação da licitação anterior e aceitas as mesmas condições oferecidas pelo licitante vencedor, inclusive quanto ao preço, devidamente corrigido;

XII - nas compras de hortifrutigranjeiros, pão e outros gêneros perecíveis, no tempo necessário para a realização dos processos licitatórios correspondentes, realizadas diretamente com base no preço do dia; (Redação dada pela Lei nº 8.883, de 1994)

XIII - na contratação de instituição brasileira incumbida regimental ou estatutariamente da pesquisa, do ensino ou do desenvolvimento institucional, ou de instituição dedicada à recuperação social do preso, desde que a contratada detenha inquestionável reputação ético-profissional e não tenha fins lucrativos; (Redação dada pela Lei nº 8.883, de 1994)

XIV - para a aquisição de bens ou serviços nos termos de acordo internacional específico aprovado pelo Congresso Nacional, quando as condições ofertadas forem manifestamente vantajosas para o Poder Público; (Redação dada pela Lei nº 8.883, de 1994)

XV - para a aquisição ou restauração de obras de arte e objetos históricos, de autenticidade certificada, desde que compatíveis ou inerentes às finalidades do órgão ou entidade.

XVI - para a impressão dos diários oficiais, de formulários padronizados de uso da administração, e de edições técnicas oficiais, bem como para prestação de serviços de informática a pessoa jurídica de direito público interno, por órgãos ou entidades que integrem a Administração Pública, criados para esse fim específico; (Incluído pela Lei nº 8.883, de 1994)

XVII - para a aquisição de componentes ou peças de origem nacional ou estrangeira, necessários à manutenção de equipamentos durante o período de garantia técnica, junto ao fornecedor original desses equipamentos, quando tal condição de exclusividade for indispensável para a vigência da garantia; (Incluído pela Lei nº 8.883, de 1994)

XVIII - nas compras ou contratações de serviços para o abastecimento de navios,

embarcações, unidades aéreas ou tropas e seus meios de deslocamento quando em estada eventual de curta duração em portos, aeroportos ou localidades diferentes de suas sedes, por motivo de movimentação operacional ou de adestramento, quando a exiguidade dos prazos legais puder comprometer a normalidade e os propósitos das operações e desde que seu valor não exceda ao limite previsto na alínea "a" do inciso II do art. 23 desta Lei: (Incluído pela Lei nº 8.883, de 1994)

XIX - para as compras de material de uso pelas Forças Armadas, com exceção de materiais de uso pessoal e administrativo, quando houver necessidade de manter a padronização requerida pela estrutura de apoio logístico dos meios navais, aéreos e terrestres, mediante parecer de comissão instituída por decreto; (Incluído pela Lei nº 8.883, de 1994)

XX - na contratação de associação de portadores de deficiência física, sem fins lucrativos e de comprovada idoneidade, por órgãos ou entidades da Administração Pública, para a prestação de serviços ou fornecimento de mão-de-obra, desde que o preço contratado seja compatível com o praticado no mercado. (Incluído pela Lei nº 8.883, de 1994)

XXI - para a aquisição ou contratação de produto para pesquisa e desenvolvimento, limitada, no caso de obras e serviços de engenharia, a 20% (vinte por cento) do valor de que trata a alínea "b" do inciso I do caput do art. 23; (Incluído pela Lei nº 13.243, de 2016)

XXII - na contratação de fornecimento ou suprimento de energia elétrica e gás natural com concessionário, permissionário ou autorizado, segundo as normas da legislação específica; (Incluído pela Lei nº 9.648, de 1998)

XXIII - na contratação realizada por empresa pública ou sociedade de economia mista com suas subsidiárias e controladas, para a aquisição ou alienação de bens, prestação ou obtenção de serviços, desde que o preço contratado seja compatível com o praticado no mercado. (Incluído pela Lei nº 9.648, de 1998)

XXIV - para a celebração de contratos de prestação de serviços com as organizações sociais, qualificadas no âmbito das respectivas esferas de governo, para atividades contempladas no contrato de gestão. (Incluído pela Lei nº 9.648, de 1998)

XXV - na contratação realizada por Instituição Científica e Tecnológica - ICT ou por agência de fomento para a transferência de tecnologia e para o licenciamento de direito de uso ou de exploração de criação protegida. (Incluído pela Lei nº 10.973, de 2004)

XXVI - na celebração de contrato de programa com ente da Federação ou com entidade de sua administração indireta, para a prestação de serviços públicos de forma associada nos termos do autorizado em contrato de consórcio público ou em convênio de cooperação. (Incluído pela Lei nº 11.107, de 2005)

XXVII - na contratação da coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis, em áreas com sistema de coleta seletiva de lixo, efetuados por associações ou cooperativas formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda reconhecidas pelo poder público como catadores de materiais recicláveis, com o uso de equipamentos compatíveis com as normas técnicas, ambientais e de saúde pública. (Redação dada pela Lei nº 11.445, de 2007). (Vigência)

XXVIII – para o fornecimento de bens e serviços, produzidos ou prestados no País, que envolvam, cumulativamente, alta complexidade tecnológica e defesa nacional, mediante parecer de comissão especialmente designada pela autoridade máxima do órgão. (Incluído pela Lei nº 11.484, de 2007).

XXIX – na aquisição de bens e contratação de serviços para atender aos contingentes militares das Forças Singulares brasileiras empregadas em operações de paz no exterior, necessariamente justificadas quanto ao preço e à escolha do fornecedor ou executante e ratificadas pelo Comandante da Força. (Incluído pela Lei nº 11.783, de 2008).

XXX - na contratação de instituição ou organização, pública ou privada, com ou sem fins lucrativos, para a prestação de serviços de assistência técnica e extensão rural no âmbito do Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária, instituído por lei federal. (Incluído pela Lei nº 12.188, de 2010)

Vigência

XXXI - nas contratações visando ao cumprimento do disposto nos arts. 3º, 4º, 5º e 20 da Lei no 10.973, de 2 de dezembro de 2004, observados os princípios gerais de contratação dela constantes. (Incluído pela Lei nº 12.349, de 2010)

XXXII - na contratação em que houver transferência de tecnologia de produtos estratégicos para o Sistema Único de Saúde - SUS, no âmbito da Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990, conforme elencados em ato da direção nacional do SUS, inclusive por ocasião da aquisição destes produtos durante as etapas de absorção tecnológica. (Incluído pela Lei nº 12.715, de 2012)

XXXIII - na contratação de entidades privadas sem fins lucrativos, para a implementação de cisternas ou outras tecnologias sociais de acesso à água para consumo humano e produção de alimentos, para beneficiar as famílias rurais de baixa renda atingidas pela seca ou falta regular de água. (Incluído pela Lei nº 12.873, de 2013)

XXXIV - para a aquisição por pessoa jurídica de direito público interno de insumos estratégicos para a saúde produzidos ou distribuídos por fundação que, regimental ou estatutariamente, tenha por finalidade apoiar órgão da administração pública direta, sua

autarquia ou fundação em projetos de ensino, pesquisa, extensão, desenvolvimento institucional, científico e tecnológico e estímulo à inovação, inclusive na gestão administrativa e financeira necessária à execução desses projetos, ou em parcerias que envolvam transferência de tecnologia de produtos estratégicos para o Sistema Único de Saúde – SUS, nos termos do inciso XXXII deste artigo, e que tenha sido criada para esse fim específico em data anterior à vigência desta Lei, desde que o preço contratado seja compatível com o praticado no mercado. (Incluído pela Lei nº 13.204, de 2015)

§ 1º Os percentuais referidos nos incisos I e II do caput deste artigo serão 20% (vinte por cento) para compras, obras e serviços contratados por consórcios públicos, sociedade de economia mista, empresa pública e por autarquia ou fundação qualificadas, na forma da lei, como Agências Executivas. (Incluído pela Lei nº 12.715, de 2012)

§ 2º O limite temporal de criação do órgão ou entidade que integre a administração pública estabelecido no inciso VIII do caput deste artigo não se aplica aos órgãos ou entidades que produzem produtos estratégicos para o SUS, no âmbito da Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990, conforme elencados em ato da direção nacional do SUS. (Incluído pela Lei nº 12.715, de 2012)

§ 3º A hipótese de dispensa prevista no inciso XXI do caput, quando aplicada a obras e serviços de engenharia, seguirá procedimentos especiais instituídos em regulamentação específica. (Incluído pela Lei nº 13.243, de 2016)

§ 4º Não se aplica a vedação prevista no inciso I do caput do art. 9º à hipótese prevista no inciso XXI do caput. (Incluído pela Lei nº 13.243, de 2016)

**ANEXO C — Lei Federal 10520/2002**

---

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Para aquisição de bens e serviços comuns, poderá ser adotada a licitação na modalidade de pregão, que será regida por esta Lei.

Parágrafo único. Consideram-se bens e serviços comuns, para os fins e efeitos deste artigo, aqueles cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos pelo edital, por meio de especificações usuais no mercado.

Art. 2º (VETADO)

§ 1º Poderá ser realizado o pregão por meio da utilização de recursos de tecnologia da informação, nos termos de regulamentação específica.

§ 2º Será facultado, nos termos de regulamentos próprios da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, a participação de bolsas de mercadorias no apoio técnico e operacional aos órgãos e entidades promotores da modalidade de pregão, utilizando-se de recursos de tecnologia da informação.

§ 3º As bolsas a que se referem o § 2º deverão estar organizadas sob a forma de sociedades civis sem fins lucrativos e com a participação plural de corretoras que operem sistemas eletrônicos unificados de pregões.

Art. 3º A fase preparatória do pregão observará o seguinte:

I - a autoridade competente justificará a necessidade de contratação e definirá o objeto do certame, as exigências de habilitação, os critérios de aceitação das propostas, as sanções por inadimplemento e as cláusulas do contrato, inclusive com fixação dos prazos para fornecimento;

II - a definição do objeto deverá ser precisa, suficiente e clara, vedadas especificações que, por excessivas, irrelevantes ou desnecessárias, limitem a competição;

III - dos autos do procedimento constarão a justificativa das definições referidas no inciso I deste artigo e os indispensáveis elementos técnicos sobre os quais estiverem apoiados, bem como o orçamento, elaborado pelo órgão ou entidade promotora da licitação, dos bens ou serviços a serem licitados; e

IV - a autoridade competente designará, dentre os servidores do órgão ou entidade promotora da licitação, o pregoeiro e respectiva equipe de apoio, cuja atribuição inclui, dentre outras, o recebimento das propostas e lances, a análise de sua aceitabilidade e sua classificação, bem como a habilitação e a adjudicação do objeto do certame ao licitante vencedor.

§ 1º A equipe de apoio deverá ser integrada em sua maioria por servidores ocupantes de cargo efetivo ou emprego da administração, preferencialmente pertencentes ao quadro permanente do órgão ou entidade promotora do evento.

§ 2º No âmbito do Ministério da Defesa, as funções de pregoeiro e de membro da equipe de apoio poderão ser desempenhadas por militares

Art. 4º A fase externa do pregão será iniciada com a convocação dos interessados e observará as seguintes regras:

I - a convocação dos interessados será efetuada por meio de publicação de aviso em diário oficial do respectivo ente federado ou, não existindo, em jornal de circulação local, e facultativamente, por meios eletrônicos e conforme o vulto da licitação, em jornal de grande circulação, nos termos do regulamento de que trata o art. 2º;

II - do aviso constarão a definição do objeto da licitação, a indicação do local, dias e horários em que poderá ser lida ou obtida a íntegra do edital;

III - do edital constarão todos os elementos definidos na forma do inciso I do art. 3º, as normas que disciplinarem o procedimento e a minuta do contrato, quando for o caso;

IV - cópias do edital e do respectivo aviso serão colocadas à disposição de qualquer pessoa para consulta e divulgadas na forma da Lei no 9.755, de 16 de dezembro de 1998;

V - o prazo fixado para a apresentação das propostas, contado a partir da publicação do aviso, não será inferior a 8 (oito) dias úteis;

VI - no dia, hora e local designados, será realizada sessão pública para recebimento das propostas, devendo o interessado, ou seu representante, identificar-se e, se for o caso, comprovar a existência dos necessários poderes para formulação de propostas e para a prática de todos os demais atos inerentes ao certame;

VII - aberta a sessão, os interessados ou seus representantes, apresentarão declaração dando ciência de que cumprem plenamente os requisitos de habilitação e entregarão os envelopes contendo a indicação do objeto e do preço oferecidos, procedendo-se à sua imediata abertura e à verificação da conformidade das propostas com os requisitos estabelecidos no instrumento convocatório;

VIII - no curso da sessão, o autor da oferta de valor mais baixo e os das ofertas com preços até 10% (dez por cento) superiores àquela poderão fazer novos lances verbais e sucessivos, até a proclamação do vencedor;

IX - não havendo pelo menos 3 (três) ofertas nas condições definidas no inciso anterior, poderão os autores das melhores propostas, até o máximo de 3 (três), oferecer novos lances verbais e sucessivos, quaisquer que sejam os preços oferecidos;

X - para julgamento e classificação das propostas, será adotado o critério de menor preço, observados os prazos máximos para fornecimento, as especificações técnicas e parâmetros mínimos de desempenho e qualidade definidos no edital;

XI - examinada a proposta classificada em primeiro lugar, quanto ao objeto e valor, caberá ao pregoeiro decidir motivadamente a respeito da sua aceitabilidade;

XII - encerrada a etapa competitiva e ordenadas as ofertas, o pregoeiro procederá à abertura do invólucro contendo os documentos de habilitação do licitante que apresentou a melhor proposta, para verificação do atendimento das condições fixadas no edital;

XIII - a habilitação far-se-á com a verificação de que o licitante está em situação regular perante a Fazenda Nacional, a Seguridade Social e o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - FGTS, e as Fazendas Estaduais e Municipais, quando for o caso, com a comprovação de que atende às exigências do edital quanto à habilitação jurídica e qualificações técnica e econômico-financeira;

XIV - os licitantes poderão deixar de apresentar os documentos de habilitação que já constem do Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores – Sicaf e sistemas semelhantes mantidos por Estados, Distrito Federal ou Municípios, assegurado aos demais licitantes o direito de acesso aos dados nele constantes;

XV - verificado o atendimento das exigências fixadas no edital, o licitante será declarado vencedor;

XVI - se a oferta não for aceitável ou se o licitante desatender às exigências habilitatórias, o pregoeiro examinará as ofertas subsequentes e a qualificação dos licitantes, na ordem de classificação, e assim sucessivamente, até a apuração de uma que atenda ao edital, sendo o respectivo licitante declarado vencedor;

XVII - nas situações previstas nos incisos XI e XVI, o pregoeiro poderá negociar diretamente com o proponente para que seja obtido preço melhor;

XVIII - declarado o vencedor, qualquer licitante poderá manifestar imediata e motivadamente a intenção de recorrer, quando lhe será concedido o prazo de 3 (três) dias para apresentação das razões do recurso, ficando os demais licitantes desde logo intimados para apresentar contra-razões em igual número de dias, que começarão a correr do término do prazo do recorrente, sendo-lhes assegurada vista imediata dos autos;

XIX - o acolhimento de recurso importará a invalidação apenas dos atos insuscetíveis de aproveitamento;

XX - a falta de manifestação imediata e motivada do licitante importará a decadência do direito de recurso e a adjudicação do objeto da licitação pelo pregoeiro ao vencedor;



XXI - decididos os recursos, a autoridade competente fará a adjudicação do objeto da licitação ao licitante vencedor;

XXII - homologada a licitação pela autoridade competente, o adjudicatário será convocado para assinar o contrato no prazo definido em edital; e

XXIII - se o licitante vencedor, convocado dentro do prazo de validade da sua proposta, não celebrar o contrato, aplicar-se-á o disposto no inciso XVI.

Art. 5º É vedada a exigência de:

I - garantia de proposta;

II - aquisição do edital pelos licitantes, como condição para participação no certame; e

III - pagamento de taxas e emolumentos, salvo os referentes a fornecimento do edital, que não serão superiores ao custo de sua reprodução gráfica, e aos custos de utilização de recursos de tecnologia da informação, quando for o caso.

Art. 6º O prazo de validade das propostas será de 60 (sessenta) dias, se outro não estiver fixado no edital.

Art. 7º Quem, convocado dentro do prazo de validade da sua proposta, não celebrar o contrato, deixar de entregar ou apresentar documentação falsa exigida para o certame, ensejar o retardamento da execução de seu objeto, não mantiver a proposta, falhar ou fraudar na execução do contrato, comportar-se de modo inidôneo ou cometer fraude fiscal, ficará impedido de licitar e contratar com a União, Estados, Distrito Federal ou Municípios e, será descredenciado no Sicafe, ou nos sistemas de cadastramento de fornecedores a que se refere o inciso XIV do art. 4º desta Lei, pelo prazo de até 5 (cinco) anos, sem prejuízo das multas previstas em edital e no contrato e das demais cominações legais.

Art. 8º Os atos essenciais do pregão, inclusive os decorrentes de meios eletrônicos, serão documentados no processo respectivo, com vistas à aferição de sua regularidade pelos agentes de controle, nos termos do regulamento previsto no art. 2º.

Art. 9º Aplicam-se subsidiariamente, para a modalidade de pregão, as normas da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.

Art. 10. Ficam convalidados os atos praticados com base na Medida Provisória nº 2.182-18, de 23 de agosto de 2001.

Art. 11. As compras e contratações de bens e serviços comuns, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, quando efetuadas pelo sistema de registro de preços previsto no art. 15 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, poderão adotar a modalidade de pregão, conforme regulamento específico.

Art. 12. A Lei nº 10.191, de 14 de fevereiro de 2001, passa a vigorar acrescida do seguinte

artigo:

“Art. 2-A. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão adotar, nas licitações de registro de preços destinadas à aquisição de bens e serviços comuns da área da saúde, a modalidade do pregão, inclusive por meio eletrônico, observando-se o seguinte:

I - são considerados bens e serviços comuns da área da saúde, aqueles necessários ao atendimento dos órgãos que integram o Sistema Único de Saúde, cujos padrões de desempenho e qualidade possam ser objetivamente definidos no edital, por meio de especificações usuais do mercado.

II - quando o quantitativo total estimado para a contratação ou fornecimento não puder ser atendido pelo licitante vencedor, admitir-se-á a convocação de tantos licitantes quantos forem necessários para o atingimento da totalidade do quantitativo, respeitada a ordem de classificação, desde que os referidos licitantes aceitem praticar o mesmo preço da proposta vencedora.

III - na impossibilidade do atendimento ao disposto no inciso II, excepcionalmente, poderão ser registrados outros preços diferentes da proposta vencedora, desde que se trate de objetos de qualidade ou desempenho superior, devidamente justificada e comprovada a vantagem, e que as ofertas sejam em valor inferior ao limite máximo admitido. ”

Art. 13. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 17 de julho de 2002; 181º da Independência e 114º da República.