

CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ONTOLOGIA
ESPECIFICA PARA O CENÁRIO DE INOVAÇÃO DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

BRENO DE ANDRADE SILVA ROQUE

ORIENTADOR(A): PROF. DR. FÁBIO DACÊNCIO PEREIRA

Marília - SP
Dezembro/2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ONTOLOGIA
ESPECIFICA PARA O CENÁRIO DE INOVAÇÃO DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Monografia apresentada ao Centro Universitário Eurípides de Marília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.
Orientador: Prof. Dr. Fábio Dacêncio Pereira

Marília - SP

Dezembro /2017



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
MANTIDO PELA FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"

BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Breno de Andrade Silva Roque

DESENVOLVIMENTO DE UMA ONTOLOGIA ESPECÍFICA PARA O CENÁRIO DE
INOVAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em
Ciência da Computação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de
Bacharel em Ciência da Computação.

Nota: 8,5 (Oito e meio)

Orientador: Fáblio Dacêncio Pereira [assinatura]

1º. Examinador: Rodolfo Barros Chiaramonte [assinatura]

2º. Examinador: Bruno Marques dos Santos [assinatura]

Marília, 27 de novembro de 2017.

AGRADECIMENTO

Agradeço principalmente a Deus por me dar uma família incrível que sempre me apoia e me eleva. Além de agradecer aos meus avós, Claudio Ribeiro e Lucia Andrade, que são pais incríveis e eu possuo muita sorte por ter eles comigo, a minha tia, Fabiana Andrade, e também para a minha futura esposa Daniela Rosa. Obrigado a todos vocês por me apoiarem.

RESUMO

Nos últimos anos, é notável o aumento do esforço pela busca de inovações nas organizações, através dessa busca incessante, tem se mostrado necessária a ajuda por parte de órgãos que apoiam e incentivam o desenvolvimento e produtividade de empresas de tecnologia. O Estado de São Paulo observando que a área da inovação é crítica para o desenvolvimento, deu início ao programa de criação do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI), que incentiva e apoia o surgimento, desenvolvimento e principalmente o aumento da produtividade de empresas no setor de tecnologia da informação. Com essa finalidade foi proposto por FUSCO (2016) uma arquitetura informacional que retrate esse ambiente e obtenha sucesso no tratamento da informação, obtenção, recuperação, entre outros. Este trabalho se trata de um módulo que está situado dentro da arquitetura proposta e tem como objetivo realizar o estudo do cenário e geração de uma ontologia do domínio em questão, para que o processo de recuperação da informação seja tratado de uma maneira que agregue valor ao seu objetivo final.

Palavras-chave: Web semântica, Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI), ontologia, recuperação da informação.

ABSTRACT

In recent years, it is notable that the effort to search for innovations in organizations has increased, through this incessant search, it has been necessary to help organizations that support and encourage the development and productivity of technology companies. To this end, the São Paulo System of Innovation Environments (SPAI) was created, which is a program of the government of the state of São Paulo that encourages and supports the emergence, development and, above all, the increase of productivity of companies in the sector of information Technology. To this end, Fusco (2016) proposed an informational architecture that portrays this environment and is successful in information processing, retrieval, retrieval, among others. This work is a module that is situated within the proposed architecture and aims to carry out the study of the scenario and generation of an ontology of the domain in question, so that the information retrieval process is treated in a way that adds value to the your ultimate goal.

Keywords: Semantic Web, Paulista System of Environments of Innovation, SPAI, ontology, information retrieval.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema representativo da Web Semântica (DevMedia, 2012).....	19
Figura 2: Esquema representativo do RDF (The National Center for Biomedical Ontology, 2007).....	28
Figura 3: Esquema representativo e relacionado do RDF (DevMedia, 2012)	29
Figura 4: Exibição da abrangência do RDFs (W3C, 2004).....	30
Figura 5: Exemplo de diagrama (Prado, 2004).....	31
Figura 6: Arquitetura Proposta de Inteligência Competitiva de Apoio à Inovação Fusco (2016).....	36
Figura 7: Hierarquia de Classes da Ontologia Proposta	45
Figura 8: Hierarquia de Classe Ambiente de Pesquisa e Desenvolvimento da Ontologia Proposta.....	46
Figura 9: Hierarquia de Classe Ambiente de inovação da Ontologia Proposta	47
Figura 10: Esquema completo da ontologia proposta.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Listagem dos termos extraídos	41
Tabela 2: Lista de termos relevantes para o domínio.....	44
Tabela 3: Propriedades usadas na descrição das classes da ontologia proposta	50
Tabela 4: Prefixos das propriedades e suas definições	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SPTec - *Sistema Paulista de Parques Tecnológicos*

SDECTI - *Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação*

RPITec - *Rede Paulista de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica*

SPAI - *Sistema Paulista de Ambientes de Inovação*

RPCITec - *Rede Paulista de Centros de Inovação Tecnológica*

RPNIT - *Rede Paulista de Núcleos de Inovação Tecnológica*

OWL - *Web Ontology Language*

RDF - *Resource Description Framework*

XML - *Extensible Markup Language*

DAML - *DARPA Agent Markup Language*

OIL - *Ontology Interchange Language*

SPARQL - *Protocol and Resource Description Framework Query Language*

URI - *Uniform Resource Identifier*

ITIC - *Inovação em Tecnologias Informacionais Computacionais*

APL - *Arranjo Produtivo Local*

SUMÁRIO

Introdução	13
Objetivos	15
Metodologia.....	16
Organização do Trabalho	17
CAPÍTULO 1 - ONTOLOGIA	18
1.1 Web Semântica	18
1.2 Definição de Ontologia	20
1.2.1 No sentido filosófico	20
1.2.2 Em Ciência da Computação.....	20
1.3 Construção da Ontologia.....	21
1.4 Metodologia de Construção da Ontologia	23
1.4.1 Noy e McGuinness	23
CAPÍTULO 2 - LINGUAGENS E AMBIENTE PARA CONSTRUÇÃO DE UMA ONTOLOGIA.....	25
2.1 OWL	25
2.2 RDF	27
2.3 RDF Schema.....	29
2.4 Protégé.....	30
CAPÍTULO 3 - TRABALHOS CORRELATOS	32
3.1 Iteams Ontology	32
3.2 Ontogate Ontology	32
3.3 Idea Ontology	33
3.4 Gi2mo Ontology	33
3.5 Conclusão	33
CAPÍTULO 4 - PROPOSTA DE MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DA ONTOLOGIA.....	35
4.1 Implementação da Metodologia de Noy e McGuinness	37
4.1.1 Definir o Domínio e escopo da Ontologia.....	37

4.1.2 Cogitar sobre o Reaproveitamento de Ontologias Existentes	37
4.1.3 Levantar Termos Significativos do Cenário	38
4.1.4 Definição da Estrutura de Classes e Hierarquia	44
4.1.5 Definição das Propriedades das Classes	47
4.1.6 Controle das Propriedades	50
4.1.7 Realização das Instâncias	51
CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS.....	54

Introdução

Nos últimos anos, a inovação tem se mostrado essencial para o desenvolvimento social e econômico de uma sociedade e é de clara evidencia que a mesma é tratada com prioridade e também fomentada em países desenvolvidos e emergentes. Levando como base esse argumento, o governo do estado de São Paulo tem aumentado o estímulo dentro do seu ambiente de tecnologia, desenvolvendo leis que buscam de alguma forma favorecer a relação entre estado, organizações privadas e universidades.

Como exemplo desse empenho do governo do estado de São Paulo, pode-se mencionar a Lei Paulista de Inovação e também o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação. Segundo a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI), a Lei Paulista de Inovação (São Paulo, LEI COMPLEMENTAR Nº 1.049, DE 19 DE JUNHO DE 2008), nº 1049, que foi estabelecida em 19 de junho de 2008, prevê o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec) e a Rede Paulista de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (RPITec) e somado a isso ela também disserta sobre a importância do incentivo a organizações privadas, instituições e pesquisadores a contribuírem, visando o objetivo de aperfeiçoar a ligação e aproximação dos centros de conhecimentos com o setores de produções, tudo isso reforçado com incentivos diretos.

Cumprindo o decreto 60.286 (São Paulo, DECRETO Nº 60.286, DE 25 DE MARÇO DE 2014), foi criado o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI) que agrega o SPTec, RPITec, a Rede Paulista de Centros de Inovação Tecnológica (RPCITec) e a Rede Paulista de Núcleos de Inovação Tecnológica (RPNIT). Seguindo esse contexto, foi proposto por Fusco (2016) o desenvolvimento de uma plataforma informacional do Ecosistema Paulista de Inovação, com o objetivo de gerenciar, agregar e disponibilizar serviços de informação para os atores da inovação fazendo uso de tecnologias informacionais, semânticas e computacionais.

A plataforma informacional proposta toma como base conceitos da Web Semântica e tem como um de seus motores a utilização de uma ontologia que tenha como fim a representação das informações dos principais atores da inovação localizados dentro do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação. Gruber (1993) define que a aplicação de uma ontologia tem como objetivo a definição de um determinado contexto e o dicionário do domínio, auxiliando assim o diálogo entre os agentes envolvidos, que podem ser tanto humanos como computacionais.

Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de uma ontologia que sirva como base para uma arquitetura computacional que transforme a informação recebida em um ambiente de conhecimento estratégico, relevante, preciso e reutilizável para permitir aos usuários o acesso as informações com maior valor agregado no contexto do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação.

Tem como objetivos específicos:

- Definir uma estrutura ontológica de domínio, que represente de forma concisa o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação.
- O estudo e definição dos termos mais relevantes que definem o cenário em questão.
- O estudo e aplicação das definições dos termos em abstrações.
- A definição dos relacionamentos e propriedades entre os tipos de instancias que estão localizadas dentro do contexto.

Metodologia

Projeto foi dividido em três partes principais:

- Levantamento bibliográfico, pesquisa de trabalhos correlatos e das tecnologias utilizadas nos mesmos, levantando assim as tecnologias que serão utilizadas para o desenvolvimento desse trabalho, como exemplo é citado: ontologia, metodologias, recuperação da informação, robôs de extração, entre outros.
- A pesquisa do escopo, que se dá definida como o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação.
- A etapa de desenvolvimento e construção da ontologia, que na qual foi baseada na definição da estrutura ontológica, utilizando a metodologia de Noy, além do estudo acerca de como se relaciona os objetos dentro da mesma.

Organização do Trabalho

Projeto foi dividido em quatro capítulos principais:

- O primeiro capítulo se trata da definição do que é uma ontologia, tanto no sentido filosófico como em ciência da computação, além de demonstrar técnicas e metodologias para a construção de uma ontologia.
- O segundo capítulo se trata da descrição dos tipos de linguagens que podem ser utilizadas para a construção de uma ontologia, além do ambiente que será utilizado para o desenvolvimento do trabalho.
- O terceiro capítulo disserta sobre os trabalhos correlatos que foram estudados e levados em conta para a elaboração desta pesquisa.
- O quarto capítulo descreve o desenvolvimento e implementação da ontologia proposta seguindo a metodologia de Noy e McGuinness (2001), além de descrever todas as etapas detalhadamente para a construção da mesma.

Capítulo 1

ONTOLOGIA

Esse capítulo, disserta sobre as considerações que foram levantadas para a realização deste trabalho a respeito do tema ontologia, que serve de base para a realização do mesmo.

1.1 Web Semântica

Desde de seu início, a Web cresce e disponibiliza conhecimento de diversas áreas. Contudo esses conhecimentos foram organizados, em sua maioria, para a interpretação de agentes humanos segundo Berners-Lee (1989). O foco inicial da Web era viabilizar o acesso a informação de forma simples, além de enfatizar o intercâmbio e a recuperação da mesma.

No contexto de Souza e Alvarenga (2004), no começo a Web foi concebida de forma descentralizada, não havendo padrões nem regras para um crescimento saudável. Seu crescimento foi exponencial, através deste fato, foi resultado uma ampla cadeia de informações. Porém no momento em que se vê necessária a busca de conhecimento nesse meio, as resoluções obtidas não são suficientemente de qualidade.

Esse crescimento de forma inorganizado levou a um problema em que a informação disponibilizada na Web não era apenas de compreensão do sentido por pessoas, mas também era de extrema necessidade o entendimento do conteúdo por agentes inteligentes.

Desse modo, em 2001, Tim Berners-Lee, apresenta uma solução que na qual era a atribuição de sentido aos termos empregados na Web, com o objetivo de possibilitar a estruturação desse conhecimento e realizar uma game de regras de inferência para a automatização do pensamento. Com isso os agentes humanos e

computacionais possuem a capacidade de efetuar a interpretação e processamento desse conhecimento que é disponibilizado na Web, a fim deste propósito o termo Web Semântica é criado.

Tim Berners-Lee (2001) ainda conclui que, a Web Semântica tem como o objetivo levar uma definição a Web, permitindo assim que agentes e máquinas se deparem com um ambiente que possibilite a recuperação do conhecimento cedido pela Web.

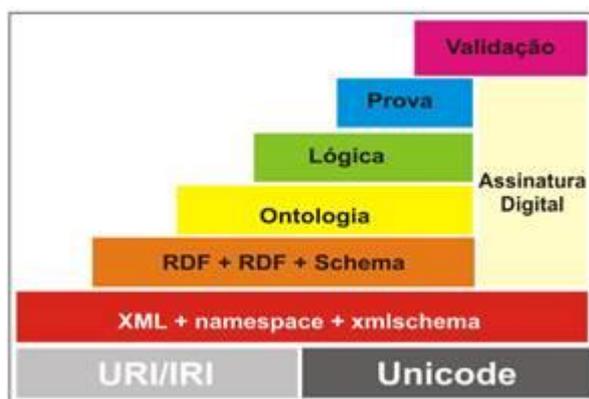


Figura 1: Esquema representativo da Web Semântica (DevMedia, 2012)

No ano de 2004, Dziekaniak, disserta sobre o assunto dizendo que a semântica não se relaciona somente com o conteúdo de um recurso, mas adiciona que as relações do mesmo com outros conteúdos da Web são essenciais. Concluindo assim que é fundamental que esses recursos possuem uma alta expressividade, com a intenção de que agentes e máquinas consigam processar o conhecimento e absorvê-lo.

De acordo com Prazeres (2004), a Web Semântica não veio com o objetivo de instanciar uma Web nova e reformulada, mas sim revelar um significado para o conteúdo da Web padrão. Concluindo assim que, o conhecimento da Web seja capaz de ser interpretado por agentes humanos e computacionais, seguindo esse objetivo, várias técnicas foram planejadas para que a web se torne mais comunicativa onde uma delas é a de ontologia.

1.2 Definição de Ontologia

A concepção de ontologia não está somente definida na área de Tecnologia da informação, mas em várias outras. Neste trabalho realizarei uma explicação rápida do conceito filosófico, porém o foco em si é na ontologia computacional.

1.2.1 No sentido filosófico

O termo ontologia tem como base a junção das palavras “onto” que significa “o Ser” e “logia”, “Estudo”. Segundo Aristóteles, a ontologia tem como principal ação a observação universal de um ser enquanto ser, isto é, do ser em uma proporção total. Atualmente o mesmo, passou a ser mais utilizado para definir o que é necessário, partilhado entre os seres.

1.2.2 Em Ciência da Computação

Segundo Guarino (1998), no contexto da computação, a ontologia é uma suposição lógica, na qual retrata um vocabulário pretendido, isto é, uma contextualização de algum objeto particular existente.

Gruber (1993), aborda que em um cenário de inúmeros agentes, a ontologia seria capaz de definir o contexto, o dicionário do domínio especificado, auxiliando, assim, o diálogo entre agentes envolvidos. Completando, ele ainda se refere que a ontologia é uma caracterização explícita de uma definição.

De acordo com Borst (1997), ontologia é uma caracterização formal de uma conceptualização compartilhada. Complementando o pensamento de Gruber, enfatizando assim um dos mais importantes objetivos da ontologia, que é o compartilhamento das informações para a reutilização.

Com essa teoria aplicada, Guarino (1997) diferencia a ontologia conforme sua aplicação:

- Top-level Ontology (ontologia de topo): tem o objetivo de relatar conceitos universais, como o tempo, objeto, matéria, e que não se relaciona diretamente

a um domínio específico. É aplicado na conceptualização de conceitos muito grandes e utilizados em grandes comunidades de usuários;

- Domain Ontology (ontologia de domínio): tem o objetivo de relatar conceitos de um domínio específico.
- Task Ontology (ontologia de tarefa): tem o objetivo de solucionar um problema de um domínio específico. Isto é resolver algo mais direcionado dentro da ontologia de domínio, como exemplo um método matemático dentro da matemática que poderia ser classificada como domínio.
- Application Ontology (ontologia de aplicação): tem o objetivo de relatar conceitos de uma tarefa tanto quanto de um domínio específico, na qual são especificações de Task e Domain. Estes conceitos correspondem a ações elaboradas por entidades de domínio no decorrer do cumprimento de uma tarefa.

Santarém Segundo (2010), acredita que a Computação aplica a ontologia na obtenção de conhecimento a partir de dados semiestruturados. Consumindo assim a ontologia para sanar deficiências no processamento de informações, por meio de técnicas específicas. Nesse contexto ele ainda concorda com Borst que um dos principais objetivos da ontologia de ter um vocabulário compartilhado, onde as informações em questão, podem ser utilizadas por outros usuários humanos ou agentes computacionais.

De acordo com Berners-Lee (2001) para que uma semântica dentro da web funcione, é inevitável de que os agentes computacionais tenham disponibilidade a coleções estruturadas de informações. E também que possuam normas de inferências que coordenam os mesmos no método de busca.

1.3 Construção da Ontologia

De acordo com Gruber (1995), alguns pontos devem ser considerados na elaboração de uma ontologia, para que tenha:

- Clareza: é necessário que os termos utilizados tenham objetividade, e o sentido deve ser independente do contexto social ou computacional. E também as definições devem ser feitas com linguagem natural.
- Coerência: e de extrema importância que seja consistente, para possibilitar que as inferências desenvolvidas com base na mesma, sejam consistentes.
- Extensibilidade: De modo que a ontologia, disponibilize a obtenção de atualizações e incorporações de novos termos sem influenciar ou desestabilizar as definições presentes;
- Codificação baixa: A não existência de dependência de tecnologias ou de algum tipo específico de codificação para a interpretação do conhecimento. Para que o compartilhamento dessa informação fornecida, possa ser reutilizado em ambientes distintos do que a da construção original da ontologia.
- Mínimo compromisso ontológico: Permissão do compartilhamento e o reuso da ontologia em questão.

Segundo Gomez-Perez (1999), além de Gruber, outros autores que levantaram pontos importantes que devem ser estimados para a elaboração da ontologia:

- Distinção da Ontologia: classes que compõem a ontologia necessariamente tem que ser diferentes.
- Diversificação da hierarquia com o objetivo de ampliar a capacidade fornecida por diversas técnicas de herança: no caso da existência de conhecimento razoável utilizado na ontologia, e também na presença de uma gama de tipos distintos de critérios a serem utilizados, se mostra mais efetivo a herança das propriedades de vários critérios e a inserção de novos conceitos.
- Modularidade: de modo que não detenha dependências entre os módulos que a compõem.
- Diminuir o afastamento semântico entre conceitos parecidos: representação de conceitos correlatos como subclasses de uma classe, com isso quanto maior o grau de distinção entre os mesmos mais distantes estará na estrutura.
- Utilizar da padronização dos nomes sempre que o uso se mostrar possível: não permitindo que os nomes possuam inconsistência.

Segundo Clark (1999), uma ontologia é organizada em hierarquias de conceitos, pois não reflete de forma satisfatória nenhum formalismo específico, com isso pode-se concluir que uma ontologia é materialização do nível de conhecimento.

1.4 Metodologia de Construção da Ontologia

Martimiano (2006), relata que é importante destacar que não há um processo definido para a elaboração de uma ontologia. Não há um padrão definido de qual a metodologia que necessite ser utilizada, por esse motivo é comum que cada grupo que visa projetar uma ontologia, acabe desenvolvendo sua própria técnica.

1.4.1 Noy e McGuinness

Noy (2001) definiu uma sequência de passos a serem seguidos, para guiarem a construção de uma ontologia, para que não apresente falhas nem defeitos em seu andamento, são eles:

1. Definir o cenário e a finalidade da ontologia em questão: Neste quesito será abordado a fundamentação da representação da ontologia, ou seja, a definição do escopo da mesma.
2. Reuso de Ontologias que já foram geradas e pensadas: Nesse momento será abordado toda possível reutilização de ontologias dispostas e a utilização da mesma no projeto em questão. Absorvendo de alguns conceitos, uma das principais características da ontologia é o compartilhamento de informações.
3. Pesquisa de termos significativos: É de extrema importância o levantamento dos termos mais significativos do escopo em questão. Pois é através dos mesmos que será montado toda a base hierárquica da ontologia, incluindo propriedades e classes.
4. Definição da estrutura de classes e hierarquia: Foram descritas três maneiras para que seja efetuada essa construção. Contudo é importante destacar que o método utilizado na construção das ontologias é definido

através do conhecimento do domínio. De acordo com Uschold e Gruninger (1996), a primeira delas é de cima para baixo (top-down), que primeiramente é levado em conta os aspectos mais gerais da ontologia e conforme for avançando na elaboração, os elementos específicos vão sendo introduzidos. A segunda delas é de baixo para cima (bottom-up), que ao contrário da primeira, é considerado os aspectos mais singulares da ontologia, somente após essa etapa é adicionado os requisitos que são mais gerais. A última maneira trata-se de uma combinação das duas anteriores. Primeiramente são determinados os conceitos mais imprescindíveis e logo após já é realizado a globalização e a discriminação dos mesmos.

5. Definição das propriedades: É a adequação dos termos significativos, que foram descritos no terceiro item. Para isso é necessário a realizar uma verificação, separação e adequação dos termos que pertençam a uma classe.
6. Controle das Propriedades: Este item trata exclusivamente da análise das restrições das propriedades em questão. Como exemplo, o tipo e cardinalidade dos objetos.
7. Geração das instâncias dos objetos: Nesse momento é que ocorre a geração dos objetos da classe e são adicionadas as informações que respondem às propriedades da classe que está sendo instanciada. É necessariamente o último item, pois, são dependentes da ontologia no geral.

Capítulo 2

LINGUAGENS E AMBIENTE PARA CONSTRUÇÃO DE UMA ONTOLOGIA

Atualmente encontra-se uma gama de linguagens que são empregadas no desenvolvimento de uma ontologia. De acordo com Prado (2004), a escolha da linguagem baseia-se puramente nas exigências do cenário em si, pois só assim pode ser adotada a que mais supre suas necessidades.

2.1 OWL

O OWL (*Web Ontology Language*) é uma linguagem desenvolvida com o objetivo de suprir as limitações encontradas nas linguagens comumente utilizadas para a construção de ontologias, RDF e RDF Schema. Seu desenvolvimento foi baseado nas linguagens citadas anteriormente e também DAML+OIL.

Segundo Nakamura (2011), sua utilização é focada principalmente em aplicações que precisam de uma maior eficiência na análise dos conteúdos gerados pela Web. Pois é uma linguagem que possibilita uma interpretação mais robusta se comparada com o RDF e RDF Schema.

Pela característica de que sua fundamentação foi através de linguagens que possuem como base principal o XML, possui como objetivo o atendimento das premissas da Web Semântica, portanto traz consigo alguns aspectos de melhor qualidade, como uma descrição detalhada de um relacionamento e definições entre os recursos em questão.

No mesmo contexto a OWL proporciona que vocabulários mais robustos consigam ser adicionados para a utilização nas classes das ontologias, a fim de

restringir cardinalidades e características das propriedades, criando assim uma ontologia mais rica.

A linguagem em pauta, é particionada em três subdivisões, cada uma com suas peculiaridades, a fim de ter uma maior aderência dependendo do projeto. São elas:

- OWL Lite: Essa subdivisão oferece suporte a usuários que não necessitam de complexidade em suas hierarquias de classificação e restrições. Como exemplo, mesmo suportando restrições de cardinalidade, ele só permite valores de cardinalidade de 0 ou 1. O OWL Lite fornece um caminho de migração rápido e simples para tesouros e outras taxonomias.
- OWL DL: Essa subdivisão oferece suporte a usuários que necessitam de máxima expressividade, de modo que gera uma representação de fácil computação, ou seja, permitindo que uma máquina intérprete de uma maneira fácil e lógica. Contudo há restrições, como uma classe não pode ser uma instância de outra.
- OWL Full: Essa subdivisão oferece suporte a usuários que necessitam de máxima expressividade e a liberdade sintática de RDF. Porém não existe garantia computacional, ou seja, não existe segurança que a máquina será capaz de compreender o que está exposto no OWL em questão.

O funcionamento do OWL se baseia em que todas as classes, são subclasses de uma classe pai. No caso essa classe é “owl:Thing”, a linguagem possibilita que as classes possuam propriedades de restrições e de elementos. De acordo com Antoniou e Harmelen (2004), essas são umas das propriedades:

- Restrição:
 - *owl:hasValue* (tem o valor de): determina um valor específico para a propriedade definida por owl:onProperty pode conter.
 - *owl:allValuesFrom* (todos os valores de): define quais são os valores possíveis que a propriedade especificada por *owl:onProperty* pode conter.
 - *owl:someValuesFrom* (algum valor de): determina a classe e a ocorrência de pelo menos um valor dentro das propriedades disponíveis.
 - *owl:minCardinality* (cardinalidade mínima): determina o valor mínimo para uma determinada relação.

- *owl:maxCardinality* (cardinalidade máxima): determina o valor máximo para uma determinada relação.
- Elemento:
 - Objeto: aplicado para a criação de uma relação entre dois objetos.
 - Tipo: aplicado para relacionar um objeto com um dado tipado.
- Especiais:
 - *owl:TransitiveProperty* (propriedade transitiva): determina a transitividade de uma propriedade, como exemplo: “é parente de”.
 - *owl:SymmetricProperty* (propriedade simétrica): determina a equivalência entre classes, como “é parecido com”.
 - *owl:FunctionalProperty* (propriedade funcional): define uma propriedade que tem no mínimo um valor para cada um dos objetos, como exemplo, “altura”.
 - *owl:InverseFunctionalProperty* (propriedade funcional inversa): determina uma propriedade que é única, ou seja, algo que não possa conter em outro objeto, como exemplo a identificação desse objeto.

2.2 RDF

A classificação do W3C (1999), diz que, o objetivo do RDF é o processamento de meta-dados de forma que forneça uma comunicação transparente entre aplicações. O cenário ideal do mesmo, é quando a representação das informações se tornar necessária, não só para seres humanos, mas sim para agentes computacionais.

O RDF traz uma estrutura padrão para que as informações expostas possam ser compartilhadas entre os usuários, computacionais ou não, sem perda semântica. Isso gera a possibilidade do uso dessas informações por agentes distintos, ou seja, a ontologia criada através do RDF pode ser utilizada com outra finalidade sem ser pela qual foi gerada a princípio, gerando assim o reaproveitamento da mesma.

O RDF é destinado para aquelas situações que as informações precisam ser processadas por aplicativos, e que não são apenas exibidas para pessoas. RDF fornece uma estrutura comum para que essas informações sejam expressas e possam realizar intercâmbios entre aplicações sem perder significado. [. . .] A capacidade de trocar informações entre aplicações diferentes mostra que esta informação pode estar disponível para finalidades diferentes da qual foi gerada inicialmente. (W3C, 2004)

A linguagem RDF tem como finalidade a exposição de recursos, como exemplo, objetos abstratos, objetos físicos além de informações que estão presentes na Web. Sua utilização pode ser focada na publicação e ligação de elementos neste contexto, utilizando assim do seu compartilhamento que pode resultar na adição, e reutilização de informação desta fonte.

Por ser uma linguagem que apresenta um padrão em sua estrutura, ele também possui a capacidade de correlacionar os dados, possibilitando assim, o manuseamento dos mesmos. Através do SPARQL, que é uma linguagem, se torna possível a realização de consultas, recuperação e manipulação dos dados.

Seguindo a ideia de Santarém Segundo (2014) o recurso, também conhecido por sujeito, é todo elemento que possua identidade própria, podendo ser identificado por uma URI. Já a propriedade, possui um determinado valor, tratado também como objeto, que especifica um recurso. Por sua vez, um único recurso pode ter mais de uma propriedade vinculada.

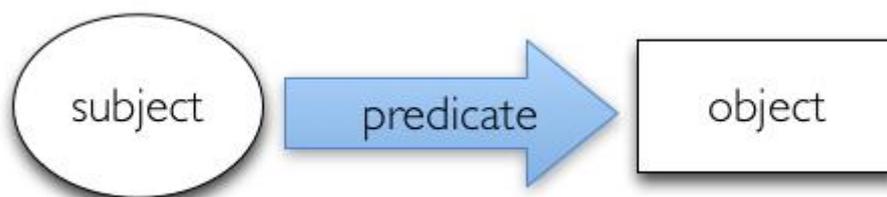


Figura 2: Esquema representativo do RDF (The National Center for Biomedical Ontology, 2007)

A Figura 2, representa a estrutura utilizada no modelo RDF. Nele é considerado que um recurso possui um valor, que está conectado a ele por uma determinada propriedade. A conexão entre sujeito e valor, se dá por meio de um link que realiza a

ligação entre os dois, este é capaz de conectar e traçar um caminho entre os elementos.

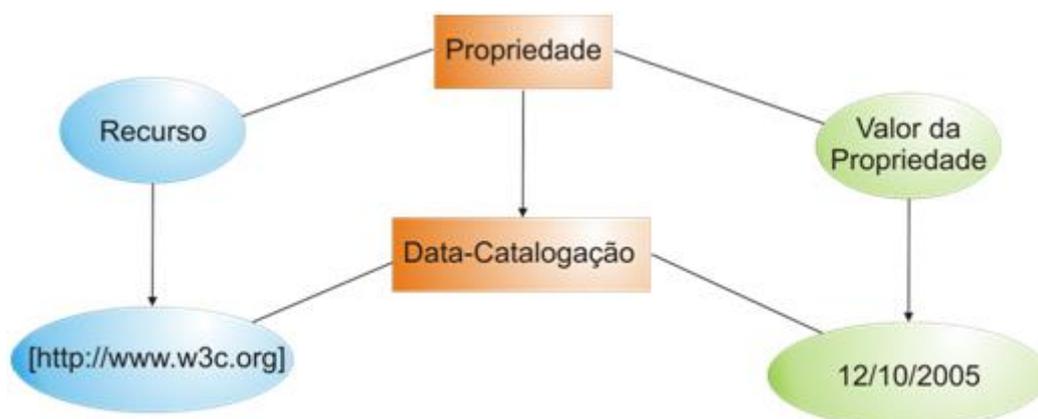


Figura 3: Esquema representativo e relacionado do RDF (DevMedia, 2012)

A definição de Dias e Santos (2003), disserta sobre o objetivo do RDF, que segundo eles é proporcionar a criação de classes do tipo, recurso propriedade, além da descrição das mesmas e restrições nos relacionamentos. Determinando meios que sejam capazes de serem utilizados com vocabulários descritivos.

2.3 RDF Schema

O modelo RDF abordado no tópico anterior foi definido como um padrão para a descrição de recurso com propriedades. Contudo, a efetividade para representar a ligação das propriedades com os recursos se mostra com excessivas limitações. Por consequência destas limitações, surgiu o RDF Schema (BRICKLEY, 2000) que é uma ramificação do RDF e veio com o objetivo de fornecer uma descrição de grupos de sujeitos e as relações entre os mesmos. Nesse contexto se dá uma flexibilidade na criação de vocabulários representados por classes e propriedades com carácter limitado, a fim de se dar o reaproveitamento em outros modelos.

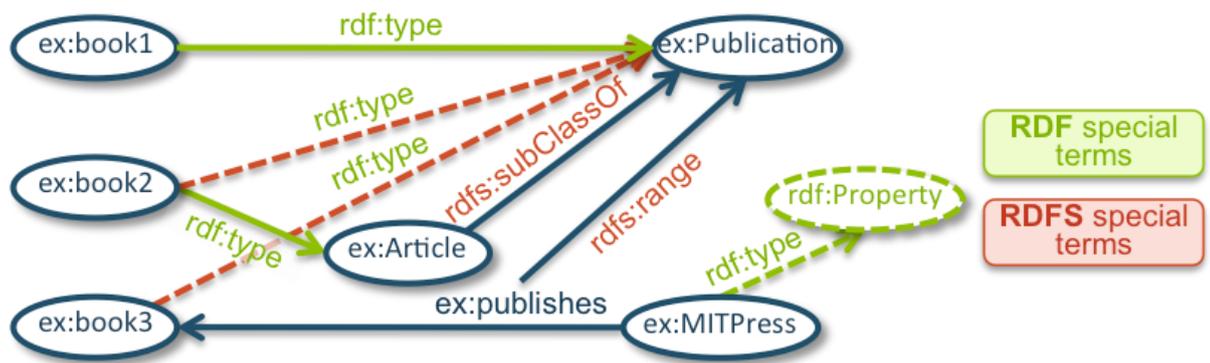


Figura 4: Exibição da abrangência do RDFs (W3C, 2004)

Uma característica marcante no formato de reutilização dos recursos e das propriedades já existentes, está na utilização de sintaxes de outras linguagens. A definição de uma linguagem não tenta listar um vocabulário específico para descrição das classes e propriedades de um documento RDF, mas sim a característica de um documento RDF Schema utilizar apenas os recursos que se mostram essenciais, tal como recursos e propriedades, que na qual facilita a descrição de documentos RDF com o uso de várias sintaxes. Através disso, a possibilidade de descrição de um recurso é cada vez maior, tendo em vista as diversas linguagens que podem ser usadas no desenvolvimento.

2.4 Protégé

O Protégé é um instrumento que auxilia o desenvolvimento de ontologias, ou seja, ele é utilizado como uma plataforma base para a construção de uma ontologia de domínio ou até mesmo permita a construção de uma base de conhecimento. O mesmo, utiliza como padrão a linguagem OWL, porém nada impede que também realize o desenvolvimento de ontologias com RDF.

Como seu objetivo é o auxílio e construção de uma ontologia, ele se volta para o uso em sistemas que possuem como base o conhecimento, pois permite a construção de gráficos e diagramas, reforçando assim a contribuição para o desenvolvimento de tal sistema.

O software é um projeto de código aberto que pode ser encontrado no GitHub e possui uma comunidade relativamente ativa. Foi desenvolvido em Java e conta com versões desktop e também web (PRADO, 2004).

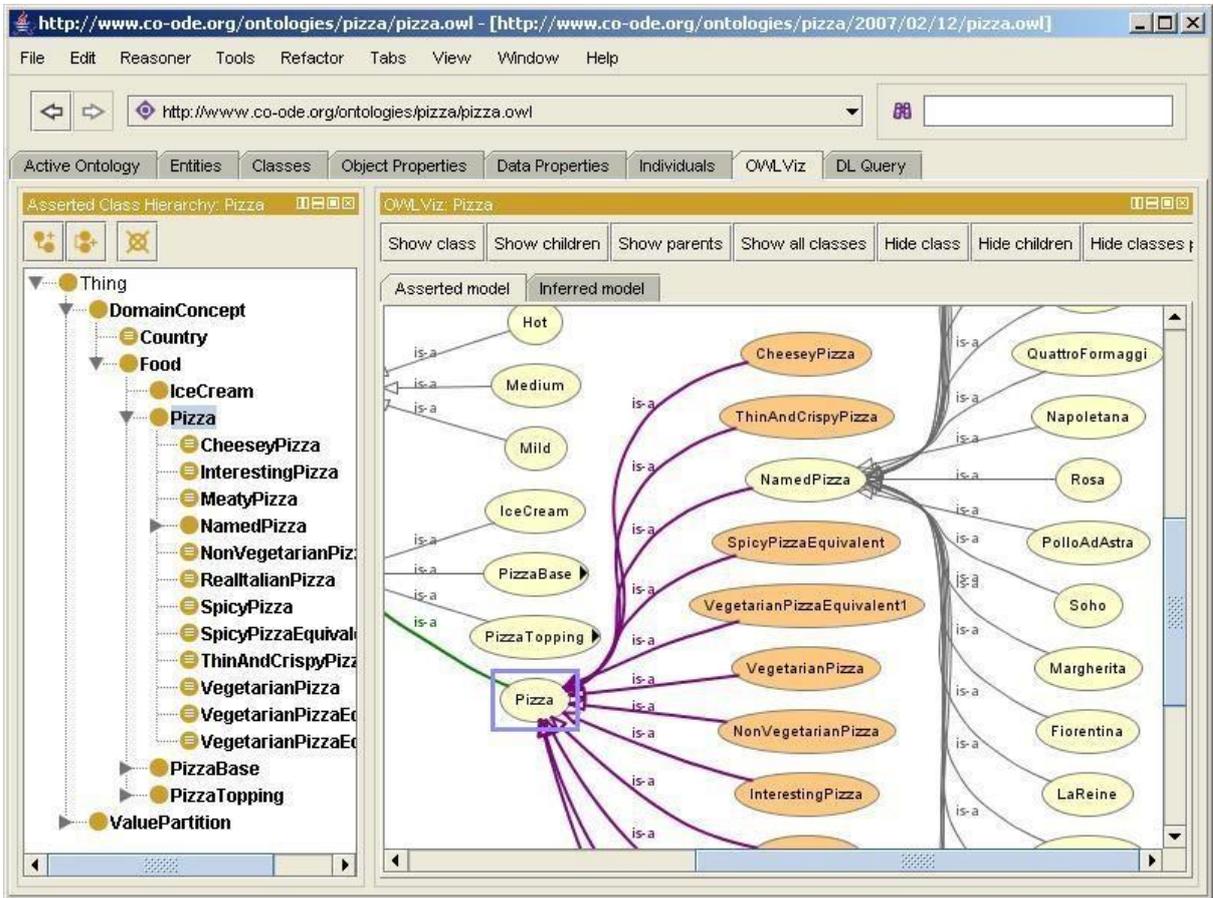


Figura 5: Exemplo de diagrama (Prado, 2004)

Capítulo 3

TRABALHOS CORRELATOS

Este capítulo tem como o objetivo principal a descrição e especificação dos trabalhos correlacionados, que serviram como fonte de saneamento de algumas dúvidas e de base para o desenvolvimento da minha pesquisa. As análises dos trabalhos correlatos foram indispensáveis e de alta importância para o desenvolvimento do modelo e da implementação da ontologia do domínio que foi levado em consideração.

3.1 Iteams Ontology

A Iteams Ontology (Ning & al., 2006), é uma ontologia que foi projetada com o fim de auxiliar o ato de geração de ideias, sua proposta trás o fornecimento de um ambiente organizacional, para que ideias propostas possam ser desenvolvidas. Em sua composição é possível encontrar alguns tipos de classes como *Teams*, *Goals*, *Community*, *Actions*, *Results*, entre outras.

3.2 Ontogate Ontology

A ontologia que foi proposta por Bullinger em 2008, Ontogate Ontology, é uma ontologia de domínio com o objetivo de auxiliar uma empresa no processo de adesão de novas ideias de produtos e serviços, através da avaliação e seleção das mesmas. Algumas das classes que a compõem são *Technological_feasibility*, *Resource_money*, *Customer_potential* e *Competition*.

3.3 Idea Ontology

Idea Ontology (Riedl & al., 2009), é uma ontologia que tem seu tipo sendo classificado como de aplicação, tem como principal característica o fornecimento de uma linguagem que seja comum para a transmissão de ideias, porém, não fornece um suporte a um modelo que seja para a representação real. Em sua composição é possível o encontro de classes como *CoreIdea*, *IdeaRealization*, *Origin*, *Status*, entre outras.

3.4 Gi2mo Ontology

A ontologia Gi2mo, de Westerski (2012), é uma ontologia que é classificada como seu tipo sendo de domínio e tem como principal atuação a área de compartilhamento de informação entre sistemas, utilizando como principal caminho tecnologias que são providas da web semânticas. Seu foco é o ato de protocolar metadados que apresentem informações ligadas a área de inovação. A Gi2mo é uma ontologia onde seu leque de utilização se mostra bem amplo, esse projeto analisa as mais diversas etapas para a definição de uma ideia, como exemplo é possível citar a geração da ideia, criação, além da melhoria, seleção e implantação da ideia proposta inicialmente.

3.5 Conclusão

As ontologias correlatas, possuem como fim desde o foco na incubação de uma ideia de inovação, passando por etapas, como a elaboração e validação da mesma até a geração de um auxílio de uma empresa no processo de adesão de novas ideias de produtos e serviços. Diferente dos trabalhos analisados, este trabalho possui como base a criação de uma ontologia que foi pensada e planejada para a recuperação de

informação dentro de um domínio específico, o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação onde nenhuma das ontologias analisadas se adequaria dentro deste tema.

Capítulo 4

PROPOSTA DE MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DA ONTOLOGIA

Neste capítulo em questão, disserto sobre o cenário abordado, além do desenvolvimento conceitual e implementação da ontologia sugerida para o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI). Contextualizando, a ontologia proposta, está introduzida em uma arquitetura informacional que foi proposta por Fusco (2016), que é membro do grupo de pesquisa Inovação em Tecnologias Informacionais Computacionais (ITIC) em que o autor deste trabalho se encontra incluso.

Fusco (2016), também afirma que, os fluxos de conhecimento são caracterizados pela busca, acesso, recuperação, transformação, processamento, representação, persistência, transferência, apresentação e uso da informação.

Este trabalho se encontra segmentado no espaço semântico da arquitetura proposta por Fusco (2016), mais especificamente tratando da recuperação da informação, sendo de parte vital para que essa arquitetura se mostre eficiente na execução do objetivo proposto.

A seguir observa-se a Arquitetura Informacional proposta por Fusco (2016):

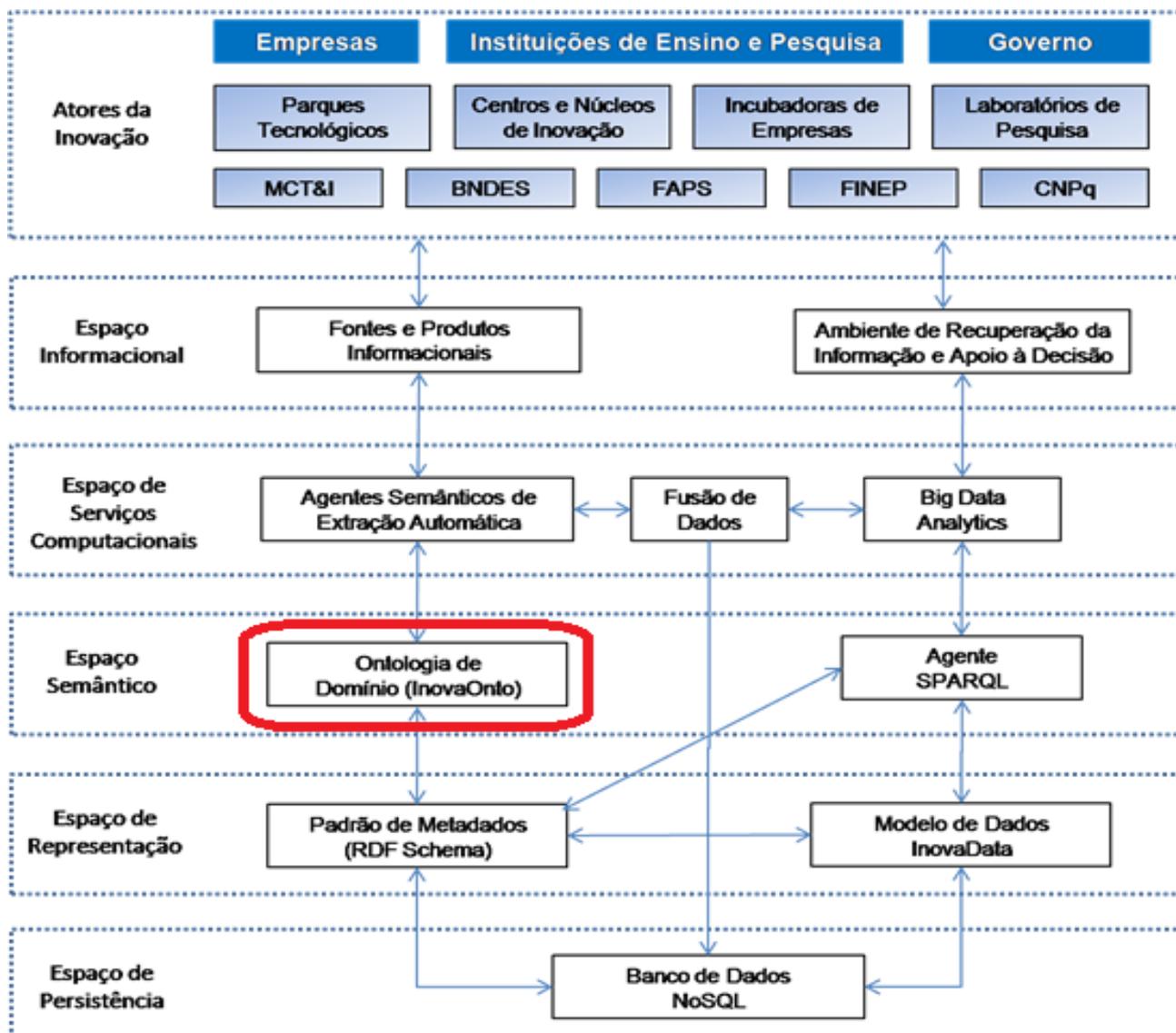


Figura 6: Arquitetura Proposta de Inteligência Competitiva de Apoio à Inovação Fusco (2016)

Ainda segundo o mesmo, os produtos informacionais gerados e utilizados pelos principais agentes de inovação do SPAI que são o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec), a Rede Paulista de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (RPITec), a Rede Paulista de Centros de Inovação Tecnológica (RPCITec) e a Rede Paulista de Núcleos de Inovação Tecnológica (RPNIT), aplicam tecnologias computacionais, informacionais e ontológicas para apoiar o processo de gestão e tomada de decisão no cenário de inovação.

Fusco (2016) também completa, que o meio em que a inovação se encontra, é disposto por agentes que produzem informações dinâmicas que necessitam da utilização de conceitos, que tomam como base a Inteligência Competitiva, Web Semântica, Big Data, além de entre outras tecnologias. E seguindo o que FUSCO (2016) propõe, a consistência da arquitetura proposta se baseia na disponibilidade da informação, que depende totalmente da contribuição e colaboração dos agentes citados anteriormente. Com o objetivo de suprir todo fluxo informacional que a plataforma está baseada.

4.1 Implementação da Metodologia de Noy e McGuinness

Para a elaboração da ontologia, foi respeitada e realizada toda a sequência de etapas que Noy e McGuinness (2001) descrevem, com o fim que não apresente falhas no andamento do projeto. A proposta realizada pode ser classificada como sendo uma ontologia de domínio, por se tratar de um domínio específico.

4.1.1 Definir o Domínio e escopo da Ontologia

O domínio escolhido para o desenvolvimento, como foi citado anteriormente é o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI). Esse programa que na qual foi designado, tem como objetivo, incentivar e suprir as necessidades para que resulte na construção de novas empresas de base tecnologia e de inovação, além de visar o aumento na produção das mesmas. Esse ambiente, engloba alguns cenários, como a Rede Paulista de Centros de Inovação Tecnológica, Rede Paulista de Parques Tecnológicos e a Rede Paulista de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica.

4.1.2 Cogitar sobre o Reaproveitamento de Ontologias Existentes

Levando em conta o reaproveitamento de ontologias que já existem, em conjunto com o grupo de pesquisa Inovação em Tecnologias Informacionais Computacionais (ITIC), encontramos alguns trabalhos desenvolvidos que englobam a

proposta descrita neste tema que foram citados acima na sessão de trabalhos correlatos, porém reforço os resumindo:

- ITEAMS ONTOLOGY (Ning & al., 2006): Empregado para auxiliar a organização e desenvolvimento de novas ideias.
- ONTOGATE ONTOLOGY (Bullinger, 2008): Uma ontologia de domínio, na qual seu objetivo é auxiliar uma determinada empresa, no processo de avaliação e seleção de ideias.
- IDEA ONTOLOGY (Riedl & al., 2009): Uma ontologia de Aplicação, fornece uma linguagem padrão para a transmissão de ideias, contudo, não concede suporte a um modelo de representação real.
- GI2MO ONTOLOGY (Westerski, 2012): Uma ontologia de domínio, atuante na área de compartilhamento de informações entre sistemas, utilizando tecnologias web semânticas. Na qual, tem como objetivo final, protocolar metadados que apresentam informações sobre inovação. Seu leque de utilização é bem amplo, esse projeto analisa os mais diversos ciclos para a definição de uma ideia, como geração, melhoria, seleção, criação e implantação da mesma.

As ontologias consideradas, que foram descritas acima, foram de extrema importância para o desenvolvimento da ontologia proposta. Através da análise dos trabalhos, foram possíveis o recolhimento de ideias para que a implementação proposta se tornasse possível. Para que a arquitetura que foi proposta por Fusco (2016) desempenhe seu papel corretamente, foi realizada a constatação que nenhuma das ontologias pesquisadas se adaptaria ao contexto do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação, por esse motivo, foi revogado o reaproveitamento das mesmas.

4.1.3 Levantar Termos Significativos do Cenário

Nesta etapa do desenvolvimento deste trabalho, foi realizado o levantamento dos termos mais gerais do cenário, como os órgãos de apoio, os públicos, as incubadoras, os centros de pesquisa entre outras instituições que formam o Ambiente de Inovação do Estado de São Paulo.

A metodologia utilizada para o levantamento dos termos, foi a extração das instituições cadastradas na base do Mapa SP Conecta, que é um mapa onde é possível encontrar a maior parte das entidades que compõem o corpo de inovação do Estado de São Paulo. Esse sistema surgiu da necessidade de reunir uma base informacional de fácil acesso, com as informações que compõem as instituições do Estado de São Paulo que auxiliam os atores na geração da inovação.

É de extrema importância ressaltar que a extração que foi executada na base desse sistema informacional, não englobou todos os termos necessários para que ocorresse o desenvolvimento saudável deste projeto. É passível de citação as leis de incentivo a inovação que foi um dos termos significativos que não foi resgatado por meio do mapa. Foram obtidos através desta pesquisa vários termos importantes como os principais centros de pesquisa, as organizações de fomento a inovação além das organizações governamentais entre outros.

Com a extração de uma amostra realizada nessa base de conhecimento, foi gerada uma tabela com algumas amostras das entidades mais significativas que foram levantadas por meio dessa pesquisa:

Entidades	
Fundação Parque Tecnológico São Carlos - PARQTEC	Parque Tecnológico de São José do Rio Preto
Parque Científico e Tecnológico da Unicamp	Parque Tecnológico do Estado de SP
Parque Tecnológico Botucatu	Parque Tecnológico São José dos Campos
Parque Tecnológico de Piracicaba	Parque Tecnológico Univap
Parque Tecnológico de Santos	Pólis de Tecnologia
Parque Tecnológico de Sorocaba	Techno Park Campinas
SUPERA Parque de Inovação e Tecnologia de Ribeirão Preto	Centro de Competência em Software Livre - CCSL-IME/USP
Desenvolve SP - Agência de Desenvolvimento Paulista	Subsecretaria de Empreendedorismo e da Micro e Pequena Empresa
FAPESP	Inova Marília
Investe Santos	Investe São Paulo
Junta Comercial do Estado de São Paulo	MobiLab
Pitch Gov SP	Polo Digital Mogi das Cruzes

CUBO	Endeavor Brasil
Hiperespaço	Innovators – Brazil- Silicon Valley
Pulse Hub	FIT - Flextronics Instituto de Tecnologia
GVcepe Centro de Estudos em Private Equity e Venture Capital	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas Intelics Consultoria de TI
Agência de Inovação INOVA Paula Souza	Agência de Inovação USP - São Carlos
Agência FEI de Inovação - AGFEI	Agência USP de Inovação
Agência USP de Inovação - Lorena	Agência USP de Inovação - Polo RP
Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Campinas
Samsung Ocean - USP	abeLLha
CENTRO INCUBADOR DE EMPRESAS - CIE RIO PRETO - BASE MISTA	Centro Incubador de Empresas de Marília - CIEM
Ciatec - Companhia de Desenvolvimento do Polo de Alta Tecnologia de Campinas	Inatec - Incubadora de Empresas de Base Tecnológica e Economia Criativa de Atibaia
Hubiz	Incubadora de Negócios - PQTEC
Incubadora de Empresas de Lins	INTEC Incubadora Tecnológica de Mogi das Cruzes
Inventta	
AgTech Coworking	Ahoy! Berlin SP
Co_labore	Coletivo Coworking
Collab Zone	Conecta ABC Coworking
Coworking Offices	Distrito
Engenho Maker	Espaço 949 Coworking Space
Eureka Coworking	Global Hub Espaço de Negócios
Lotus Coworking	Mako Coworking
Olápis Coworking	Pixels Coworking
PlugBkIn	PlugClxt
Pré-Incubação - Incubadora de Negócios – PQTEC	Space Coworking Campinas Inventta+BGI
TeN - Tech Experience Network	Umb.co23
we.CoLab	7bi
Six Sigma Brasil	Accorsi Saruê Advocacia Empresarial
Akurat Consultoria Empresarial	Axonal Consultoria Tecnológica

Being CO	Cirrus Management Consulting
Derraik & Menezes Advogados Associados	Digipaper
Eqcc Consulting	Ferraz Nascimento Advogados Associados
Gera Inovação e Desenvolvimento	Giovanni Filho Advogados
Growth Hacker 3CM Consultoria na Construção de Marca, Marketing e Estratégia Digital para Startups	HD7 Comunicação e Marketing
	Kasnar Leonardos
	Khanum Consultoria em inovação
GrupoCasa	Lehmann, warde & Monteiro Castro advogados
Mem Consulting	MM Project Treinamento e Soluções em TI
Sebrae – SP Botucatu	Sebrae – SP Escritório Regional Campinas
Sebrae – SP Escritório Ribeirão Preto	Sebrae – SP
Centro de Inovação Tecnológica de Marília - CITec-Marília	CENTRO EMPRESARIAL DO PARQUE TECNOLÓGICO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
100 Open Startups	ACIC – Associação Comercial e Industrial de Campinas
CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em TICs	NEPIoT-Núcleo de Estudos e Projetos em IoT
Adetec - Agencia de Desenvolvimento Econ. e Tecnol. de Lins e Região	Associação de Empresas de Serviços de Tecnologia da Informação - ASSERTI
Aliança Empreendedora - SP	Campinas Startups
Associação Brasileira de Startups	Cietec - Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia
Câmara de Comércio e Indústria Brasil Alemanha São Paulo	Inova Sorocaba
Rede Paulista de Inovação	20startups
ACE Startups	Artemisia
Baita Aceleradora	BrazilLAB

Tabela 1: Listagem dos termos extraídos

É importante ressaltar que as entidades extraídas do mapa foram somente uma amostra do ambiente real que é o Ecossistema de Inovação do Estado de São Paulo, onde é possível encontrar uma gama de termos e entidades muito maior do que foi especificado nesse trabalho. Realizando uma abstração das entidades encontradas

acima, e adicionando termos relevantes para a organização e implementação da ontologia, foi obtido uma listagem mais enxuta e abstrata do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação, abaixo foi definida uma tabela com os termos e suas definições:

Termo	Definição
Legislação	Voltado principalmente para o oferecimento de incentivos fiscais às pessoas jurídicas que realizarem pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica.
Sistema Local de Inovação	É a composição de entidades que representam instituições de ensino e pesquisa, incubadoras de empresas, órgãos públicos e empresas da iniciativa privada.
Ambientes de Inovação	São ambientes físicos em que é auxiliado a geração da inovação.
Empresas	Organização econômica, civil ou comercial, constituída para explorar um ramo de negócio e oferecer ao mercado bens e/ou serviços.
Órgãos de Apoio a Inovação	Entidades que incentivam a Inovação nas Pequenas e médias Empresas Paulistas.
Órgãos de Fomento	Entidades com o objetivo principal de financiar empreendimentos previstos em programas de desenvolvimento.
Centros de Inovação Tecnológica	Espaço criado para estimular o crescimento e competitividade das micro e pequenas empresas por meio do avanço tecnológico

Incubadoras de Base Tecnológica	Ambientes formados para abrigar empresas cujos processos, produtos ou serviços, são gerados a partir de resultados de pesquisas básicas ou aplicadas nos quais a ciência e a tecnologia geram inovação e representam valor agregado.
Núcleos de Inovação Tecnológica	Tem o objetivo de apoiar as atividades de desenvolvimento tecnológico e a fomentação da cultura da propriedade intelectual.
Parques Tecnológicos	Concentração geográfica de instituições de ensino, incubadoras, empresas, centros e laboratórios de pesquisa que criam um ambiente voltado a inovação tecnológica.
Centros de Pesquisa	Normalmente um centro de pesquisa é localizado dentro de uma instituição de ensino e pesquisa e tem como objetivo a realização da aproximação entre as instituições as empresas privadas.
Laboratórios de Pesquisa	Locais providos de instalações, aparelhagem e produtos, que são focados na pesquisa, desenvolvimento e inovação.
Arranjo Produtivo Local (APL)	São concentrações de empresas que atuam em atividades similares ou relacionadas, que, sob uma estrutura de governança comum, mantém vínculos de articulação, interação, aprendizagem e cooperação entre si e com outras entidades públicas e privadas.

Consultorias	Empresas de formulação de soluções acerca de um assunto ou especialidade.
Entidade de Classe	Se entende por uma sociedade de empresas ou pessoas com forma e natureza jurídica próprias, de natureza civil, sem fins lucrativos e não sujeita a falência, constituída para prestar serviços aos seus associados
Instituições de Ensino e Pesquisa	Uma instituição de ensino superior que além de atuar na área de ensino, também tem como função área da pesquisa científica.
Órgãos Públicos	Unidade com atribuição específica dentro da organização do estado. É composto por agentes públicos que dirigem e compõem o órgão, voltado para o cumprimento de uma atividade estatal.
Aceleradoras	São empresas cujo objetivo principal é apoiar e investir no desenvolvimento e rápido crescimento de startups, ajudando-as a obter novas rodadas de investimento.

Tabela 2: Lista de termos relevantes para o domínio.

4.1.4 Definição da Estrutura de Classes e Hierarquia

Tendo como base o item 4.1.3, o levantamento dos termos significativos para o domínio em questão, foi realizado a definição da estrutura das classes juntamente com a hierarquia das mesmas. Com essa enumeração dos termos, concluiu-se que a base do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação é composta por algumas entidades essenciais para o desenvolvimento da inovação, como exemplo é passível

de citação os próprios ambientes de ensino e pesquisa, os ambientes de inovação, os sistemas locais de inovação, os órgãos públicos, os institutos de ensino e pesquisa, os arranjos produtivos locais (APL), as leis que visam o incentivo a inovação, além dos órgãos de apoio e fomento.

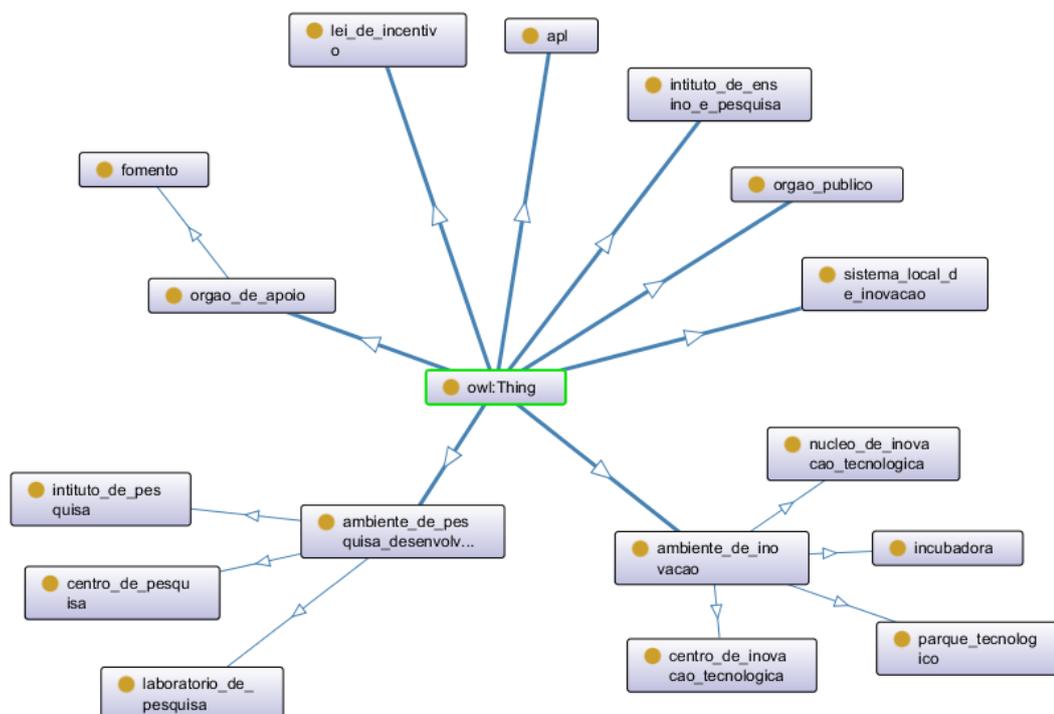


Figura 7: Hierarquia de Classes da Ontologia Proposta

Dentro do escopo do domínio, foi proposto a utilização da classe de órgãos de apoio, que são entidades que auxiliam na geração da inovação, ajudando assim, principalmente através do investimento de capital e de consultoria, que ajudam nas inovações por concederem conhecimentos e experiências de um determinado domínio.

Na classe lei de incentivo, foi levado em consideração principalmente a lei 11.196/05, sancionada no dia 21 de novembro de 2005 que disserta sobre a criação de uma concessão para o incentivo fiscal às empresas que realizarem pesquisa e desenvolvimento de inovação tecnológica. Essa lei tem como objetivo realizar a aproximação no que se diz respeito a relação entre institutos de pesquisa e o setor

privado, tendo como resultado, o fortalecimento no campo de pesquisa e desenvolvimento.

Dentro do Ecosistema Paulista de Inovação, se constatou a realização de uma subclasse que é a do Sistema Local de Inovação, pois possui em sua composição, um relacionamento direto com os ambientes de inovação, que na qual são ambientes geográficos que possuem o objetivo de servir como base para o desenvolvimento e criação de inovação, e também com a classe de arranjo produtivo local, que são concentrações de empresas que mantêm vínculos de articulação, interação, aprendizagem e cooperação entre si.

A realização dessa pesquisa, levando em conta o domínio atual, constatou que a classe que é representante dos ambientes de pesquisa e desenvolvimento, possui em sua composição três possíveis instâncias, que seriam os institutos, os centros e os laboratórios de pesquisa, que são ambientes físicos dotados de instalações, pesquisadores e equipamentos, que tem como objetivo principal a realização e desenvolvimento de pesquisas. Somado a isso, também possuem como característica em comum o relacionamento direto com as instituições de ensino e pesquisa, por normalmente serem inseridos dentro do mesmo.

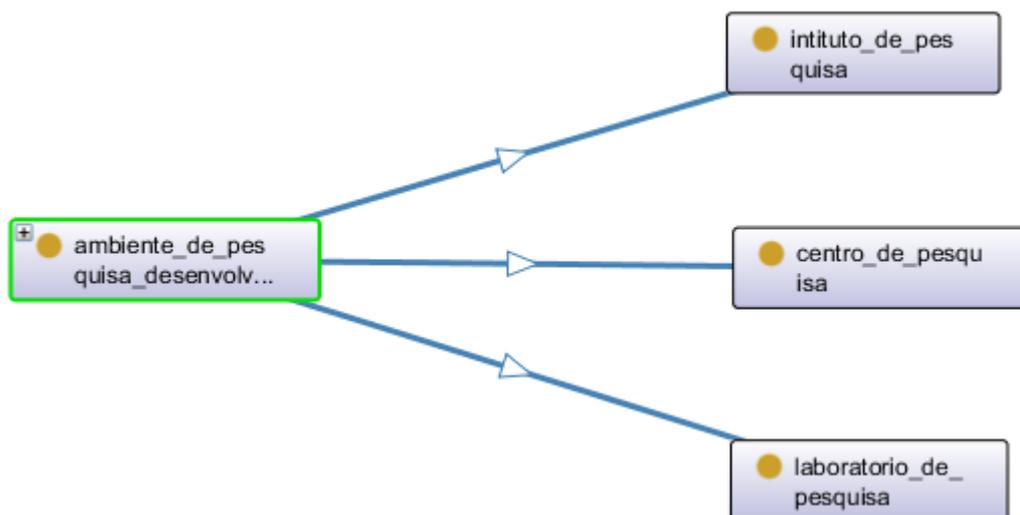


Figura 8: Hierarquia de Classe Ambiente de Pesquisa e Desenvolvimento da Ontologia Proposta

Levando em conta os ambientes de inovação, foi entendido que, esses ambientes possuem em comum características que serão herdadas por suas predecessoras. Usando como base essa superclasse foi realizada a divisão em quatro mais relevantes subclasses, como a que referencia os parques tecnológicos, os centros de inovação tecnológica, os núcleos de inovação tecnológica e as incubadoras de empresas de base tecnológica.

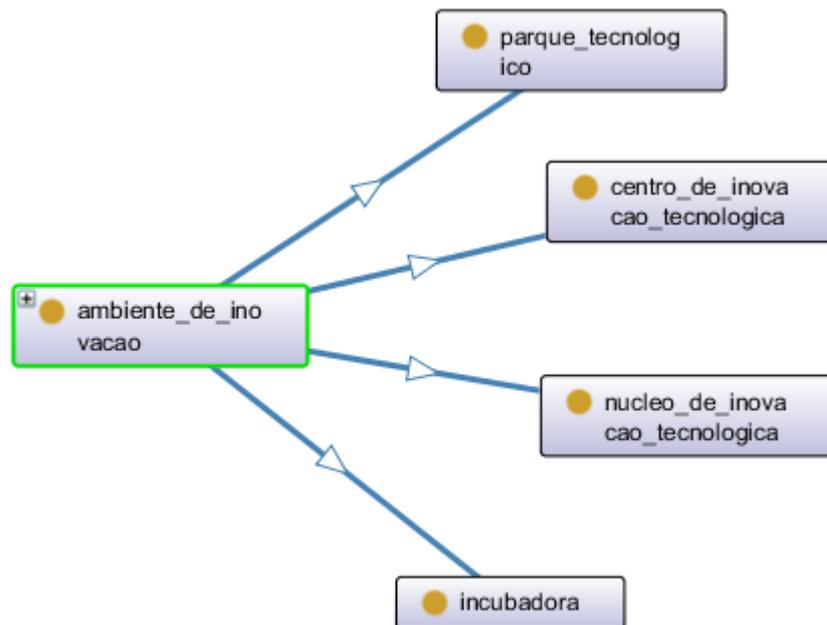


Figura 9: Hierarquia de Classe Ambiente de inovação da Ontologia Proposta

4.1.5 Definição das Propriedades das Classes

Esta etapa discorre sobre a definição das propriedades que as classes irão conter, trata da realização da descrição da estrutura interna dos conceitos. Foram definidos esses conceitos tendo como base a terceira etapa, filtrando e relacionando os termos significativos.

Tendo como base essa metodologia, foi realizado a implementação das seguintes propriedades quando se trata da questão do relacionamento entre as classes:

- **hasOrgaoPublico:** Essa propriedade indica o relacionamento entre as classes de *orgao_de_apoio* e *orgao_publico* indicando assim que um órgão de apoio tem a possibilidade de ser um órgão público.
- **hasAmbienteDeInovacao:** Essa propriedade tem como base o relacionamento entre as classes de *ambiente_de_inovacao* e *sistema_local_de_inovacao* indicando que em um sistema local de inovação pode ser possível o encontro de um ambiente de inovação.
- **hasSistemaLocalDeInovacao:** Essa propriedade indica o relacionamento entre as classes *apl* e *sistema_local_de_inovacao* indicando assim que normalmente em um sistema de arranjo produtivo local está contido um sistema local de inovação.
- **hasInstitutoDeEnsinoEPesquisa:** A propriedade em questão tem como objetivo tratar o relacionamento das classes *instituto_de_ensino_e_pesquisa* e *apl*, onde indica que tem a possibilidade de se encontrar um instituto de ensino e pesquisa dentro de um sistema de arranjo produtivo local.
- **hasApl:** Essa propriedade indica o relacionamento inverso das propriedades *hasSistemaLocalDeInovacao* e *hasInstitutoDeEnsinoEPesquisa*, onde referenciando o primeiro, é realizado uma relação entre as classes *sistema_local_de_inovacao* e *apl* indicando assim que onde está situado um sistema local de inovação também está contido um arranjo produtivo local. Tratando do inverso da segunda propriedade citada, é feito o relacionamento entre *apl* e *instituto_de_ensino_e_pesquisa*, tendo em vista a relação que onde se encontra um instituto de ensino e pesquisa tem a possibilidade de encontrar um sistema de arranjo produtivo local.
- **hasLaboratorioDePesquisa:** A propriedade citada indica o relacionamento entre as classes *laboratorio_de_pesquisa* e *instituto_de_ensino_e_pesquisa*. Definindo assim o a relação em que em um instituto de ensino e pesquisa é possível o encontro de um laboratório de pesquisa.

- **hasCentroDePesquisa:** A propriedade citada indica o relacionamento entre as classes *centro_de_pesquisa* e *instituto_de_ensino_e_pesquisa*. Definindo assim a relação em que em um instituto de ensino e pesquisa é passível o encontro de um centro de pesquisa.
- **hasInstitutoDePesquisa:** A propriedade citada indica o relacionamento entre as classes *instituto_de_pesquisa* e *instituto_de_ensino_e_pesquisa*. Definindo assim a relação em que em um instituto de ensino e pesquisa é passível o encontro de um instituto de pesquisa.
- **hasLegislacao:** A propriedade em questão trata do relacionamento que as classes *sistema_local_de_inovacao* e *orgao_publico* possuem com a classe *lei_de_incentivo*. As relações encontradas nessa propriedade têm como base o princípio das leis de apoio a inovação que possuem um relacionamento direto com os sistemas locais de inovação e os órgãos públicos.

Quanto ao tratamento das propriedades de descrição de uma determinada classe para o cenário em questão, foi concluído que as seguintes propriedades são as que possuem maior relevância para o funcionamento correto do trabalho proposto:

Propriedades	
tituloLegislacao	extracaoCentroDeInovacaoTecnologica
descricaoLegislacao	extracaoCentroDePesquisa
entidadeCentroDeInovacaoTecnologica	extracaoIncubadora
entidadeCentroDePesquisa	extracaoInstitutoDeEnsinoEPesquisa
entidadeIncubadora	extracaoInstitutoDePesquisa
entidadeInstitutoDePesquisa	extracaoLaboratorioDePesquisa
entidadeLaboratorioDePesquisa	extracaoNucleoDeInovacaoTecnologica
entidadeNucleoDeInovacaoTecnologica	extracaoOrgaoDeApoio
entidadeOrgaoDeApoio	extracaoParqueTecnologico
entidadeParqueTecnologico	dominioCentroDeInovacaoTecnologica
nomeCentroDeInovacaoTecnologica	dominioCentroDePesquisa
nomeCentroDePesquisa	dominioIncubadora
nomeIncubadora	dominioLegislacao
nomeInstitutoDeEnsinoEPesquisa	dominioInstitutoDeEnsinoEPesquisa

nomeInstitutoDePesquisa	dominioInstitutoDePesquisa
nomeLaboratorioDePesquisa	dominioLaboratorioDePesquisa
nomeNucleoDelInovacaoTecnologica	dominioNucleoDelInovacaoTecnologica
nomeOrgaoDeApoio	dominioOrgaoDeApoio
nomeOrgaoPublico	dominioOrgaoPublico
nomeParqueTecnologico	dominioParqueTecnologico

Tabela 3: Propriedades usadas na descrição das classes da ontologia proposta

4.1.6 Controle das Propriedades

A etapa de controle das propriedades, tem o objetivo de descrever o tipo dos valores e os valores permitidos que podem ser assumidos pelas mesmas. As propriedades que foram definidas no tópico anterior são todas como sendo do tipo *string*, e suas funcionalidades são definidas pelo prefixo do seu nome. Na tabela a seguir são especificados os prefixos e seus objetivos:

Prefixo	Definição
Titulo	Como o próprio nome sugere, é uma propriedade definida com o objetivo de ser um título de uma instancia, tem utilização na classe <i>lei_de_incentivo</i> .
Descrição	Sua utilização se dá para a descrição de determinada instancia, assim como o título ela é implementada na classe <i>lei_de_incentivo</i> .
Entidade	Essa propriedade tem o objetivo de informar se o determinado órgão ou ambiente é de porte público ou privado.
Nome	É propriamente o nome do órgão, instituição e ambiente, que na qual é instanciado pelas classes que a possuem.

Domínio	A propriedade <i>dominio</i> , se define como o endereço que se encontra hospedado o site da instituição, órgão ou ambiente.
Extração	A definição da propriedade <i>extracao</i> é dada por um endereço web que se encontra as informações que poderão ser extraídas por um robô de extração, como notícias, editais, eventos, entre outros.

Tabela 4: Prefixos das propriedades e suas definições

4.1.7 Realização das Instâncias

O objetivo da sétima e última etapa da metodologia utilizada para a realização deste trabalho é a realização das instâncias das classes propostas dentro deste domínio. Com isso foi concluído que, se torna responsabilidade do agente computacional que terá usufruto desta ontologia, o dever de criar, modificar e excluir as instâncias que serão utilizadas neste cenário.

Como o objetivo principal deste trabalho é o fornecimento de uma ontologia que represente o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação (SPAI), que na qual se encontra presente dentro da arquitetura informacional proposta por Fusco (2016), a realização das instancias se dá por meio das interações que esse sistema informacional tem entre seus componentes.

CONCLUSÃO

Com o término deste trabalho foi obtido uma ontologia, que tem como objetivo descrever o cenário do Sistema Paulista de Ambientes de Inovação. Esse trabalho apresenta o uso da ontologia em questão para a melhoria da recuperação da informação. Sendo assim, o objetivo proposto foi concluído, pois a ontologia implementada realizou o suporte, para que o ambiente informacional proposto por FUSCO (2016), realize de maneira mais efetiva o processo de recuperação da informação.

Para comprovar esta finalidade, é fato que o Sistema Paulista de Ambientes de Inovação tem como consequência a geração de muita informação, onde muitas vezes o conhecimento está cercado de dados. O uso da ontologia proposta possui como consequência a separação do que pode ser aproveitado como conhecimento útil e dos dados aleatórios

Com essa implementação, se deu como resultado um arquivo OWL, que poderá ser instanciado através de um servidor de ontologias como o FUSEKI.

Este trabalho, além de possuir como um de seus fundamentos uma ontologia que ajudara no processo de melhoria da recuperação da informação, no ambiente proposto por FUSCO (2016), também pode ser reaproveitada e modificada por qualquer outro agente computacional que possui como fim um cenário equivalente.

REFERÊNCIAS

Guarino, N. Formal ontology in information systems. Proceedings of the first international conference (FOIS'98), June 6-8, Trento, Italy. Vol. 46. IOS press, 1998.

Guarino, N. Understanding, building and using ontologies. International Journal of Human-Computer Studies 46.2. 293-310. 1997.

Gruber, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge acquisition 5.2. 199-220. 1993.

Gruber, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? International journal of human-computer studies 43.5. 907-928. 1995.

Borst, W. N. Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse. 1997. 227 f. Tese (Doutorado). Centre for Telematics for Information Technology, University of Twente, Enschede. 1997.

Berners-Lee, T. Information Management: A Proposal. 1989. Disponível em <<http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>> acesso em 31 de maio de 2017.

Berners-Lee, T. Semantic Web Road Map. 1998. Disponível em <<http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>> acesso em 31 de maio de 2017.

Berners-Lee, T., Lassila, O. e Hendler, J. The semantic web. Scientific American, New York, v. 5, 2001a.

Berners-Lee, T., Hendler, J. e Lassila, O. The semantic web. Scientific american 284.5. 28-37. 2001b.

Santarem Segundo, J. E. Representação Iterativa: um modelo para Repositórios Digitais. 2010. 224 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília. 2010.

Clark, D. Mad cows, metathesauri, and meaning. *Intelligent Systems and their Applications*, IEEE 14.1. 75-77. 1999.

Gómez-Pérez, A. Ontological engineering A state of the art. *Expert Update: Knowledge Based Systems and Applied Artificial Intelligence* 2.3. 33-43. 1999.

Martimiano, L. A. F. Sobre a estruturação de informação em sistemas de segurança computacional. 2006. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1998.

Noy, N. F., e McGuinness, D. L. *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. 2001.

Prado, S. G. D. Um Experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação à Distância. 2004. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

Nakamura, L. H. V. Utilização de Web Semântica para Seleção de Informações de Web Services no Registro UDDI uma abordagem com qualidade de serviço. 2012. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional). – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011.

W3C. OWL. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/owl-features/>> acesso em 2 de junho de 2017.

Antoniou, G. e Van Harmelen, F. *A semantic web primer*. MIT press, 2004.

W3C. RDFPrimer. 2004. Disponível em <<https://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>> acesso em 05 de junho de 2017.

W3C. RDF 1.1 Primer. 2004. Disponível em <<https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/>> acesso em 05 de junho de 2017.

DIAS, T. D.; SANTOS, N. Web Semântica: Conceitos Básicos e Tecnologias Associadas. Cadernos do IME: Série Informática, Rio de Janeiro, v. 14, p. 79 – 92, Junho 2003. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/cadinf/article/viewFile/6619/4734>>. acesso em 05 de junho de 2017.

BRICKEY, D.; GUHA R. V. (eds.) Resource Description Framework (RDF) Schema specification 1.0. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdfschema-20000327/>> acesso em 05 de junho de 2017.

W3C. RDF. 2014e. Disponível em <<http://www.w3.org/RDF/>> acesso em 05 de junho de 2017.

W3C. RDF Schema 1.1. 2014f. Disponível em <<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>> acesso em 05 de junho de 2017.

SOUZA, R. R., E ALVARENGA, L. (2004) A Web Semântica e suas contribuições para a ciência da informação. *Ciência da Informação*, Brasília 33.1. 132-141.

Dziekaniak, G. V., e Kirinus, J. B. Web semântica. 2004.

FUSCO, Elvis. Emancipe. Plataforma de Inteligência Competitiva Baseada em Ambientes Informacionais Semânticos no Contexto de Big Data: Modelo Computacional e Informacional de Apoio à Inovação. p 17. 2016.

ING, K. et al., Semantic innovation management across the extended enterprise. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 1(1-2), p.109–128, 2006.

OLIVEIRA, A. B. F. de; WERNECK, V. M. B. Ontologias. Cadernos do IME: Série Informática. Rio de Janeiro, v. 15, p. 7 - 13, dezembro 2003. ISSN: 1413-9014. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/cadinf/article/viewFile/6384/4547>. Acessado em 29 abril de 2017.

BULLINGER, A., **Innovation and Ontologies: Structuring the Early Stages of Innovation Management**. Springer, 2008.

RIEDL, C. and MAY, N., FINZEN, J., STATHEL, S., KAUFMAN, V., KRCDMAR, H., An Idea Ontology for Innovation Management (2009). International Journal on Semantic Web and Information Systems, Vol. 5, No. 4, pp. 1-18, 2009.

WESTERSKI, A., Gi2MO Ontology Specification. Disponível em: <http://www.gi2mo.org/ontology/>. Acesso em 20 de abril de 2017.

Brasil. (jun de 2008). *LEI COMPLEMENTAR Nº 1.049, DE 19 DE JUNHO DE 2008*.
Fonte: Lei Paulista de incentivo:
<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2008/lei.complementar-1049-19.06.2008.html>

Brasil. (março de 2014). *DECRETO Nº 60.286, DE 25 DE MARÇO DE 2014*. Fonte:
Sistema Paulista de Ambientes de Inovação:
<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60286-25.03.2014.html>