



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS – CCEA**  
**CAMPUS VII – GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

**DIOGO ALVES BARBOZA**

**A WEB SEMÂNTICA E SUAS ONTOLOGIAS:** Desenvolvimento de ontologia  
na Ferramenta Protégé

**PATOS - PB**

**2017**

**DIOGO ALVES BARBOZA**

**A WEB SEMÂNTICA E SUAS ONTOLOGIAS:** Desenvolvimento de ontologia  
na Ferramenta Protégé

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/Campus VII, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Computação.

Orientador: Rodrigo Alves Costa

**PATOS - PB**

**2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B239w Barboza, Diogo Alves

A web semântica e suas ontologias [manuscrito] :  
desenvolvimento de ontologia na Ferramenta Protégé / Diogo  
Alves Barboza. - 2017.

68 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação)  
- Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e  
Sociais Aplicadas, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Alves Costa, CCEA".

1. Web Semântica. 2. Ontologias. 3. Tecnologia da  
Informação. 4. Protégé. I. Título.

21. ed. CDD 005.3

Diogo Alves Barboza

**A WEB SEMÂNTICA E SUAS ONTOLOGIAS: Desenvolvimento de Ontologia na Ferramenta Protégé**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Computação

Aprovado em 7 de agosto de 2017

**BANCA EXAMINADORA**



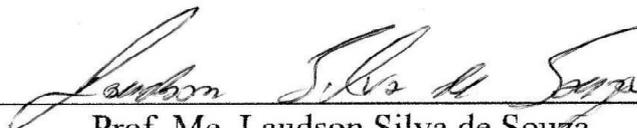
---

Prof. Dr. Rodrigo Alves Costa  
(Orientador)



---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Carolina Coeli Rodrigues Batista de Araujo  
(Examinadora)



---

Prof. Me. Laudson Silva de Souza  
(Examinador)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, ao meu pai Ernandes, minha mãe Antonia, Meu irmão Paulo, Minha Noiva Simone e aos meus amigos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, Ernandes e Antonia, meu Irmão Paulo, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À minha noiva Simone pelo apoio e incentivo durante mais essa etapa da minha vida.

À UEPB, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela para que pudesse concluir a minha Graduação.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Em Especial ao meu Orientador Rodrigo Costa, pelo empenho e esforço em ajudar nesse momento da minha vida acadêmica.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio, que ao longo dos anos de graduação se tornaram muito especiais, em especial aos meus amigos Jorismildo Dantas, Jamesson Abdnego, William Alexandre e Verlândia Rodrigues que caminharam junto comigo desde o início.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário durante toda a minha Graduação.

*“A Web Semântica é uma extensão da Web atual, onde a informação possui um significado claro e bem definido, possibilitando uma melhor interação entre computadores e pessoas”.*

*Autor: Berners-Lee.*

BARBOZA, Diogo Alves. *A WEB SEMÂNTICA E SUAS ONTOLOGIAS: Desenvolvimento de ontologia na Ferramenta Protégé*. 2017. 68 pág. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

## RESUMO

Os problemas que surgiram com a evolução da web ao longo dos anos, principalmente a quantidade de informações dispersas na rede, fez com os processos de organização e recuperação de informações fossem mais trabalhosos, necessitando assim de novas ferramentas para otimizar a recuperação dessas informações no ambiente web. Os estudos relacionados a web Semântica vêm ganhando importância, visto que ela é uma nova perspectiva no desenvolvimento de tecnologias, e possibilita um aumento na qualidade e relevância das informações recuperadas. Tais estudos habilitam também o desenvolvimento de ferramentas que permitam descrever formalmente essas informações através de dados que podem ser interpretados por homens e máquinas. Neste sentido, esse estudo busca analisar como a web Semântica pode contribuir para a construção de uma web estruturada semanticamente, através da utilização de agentes inteligentes e ontologias semânticas. Foi realizado um levantamento bibliográfico acerca dos conceitos da web Semântica, suas principais características, bem como o uso de ontologias. Através da utilização da ferramenta Protégé para construção de uma ontologia, foi possível alcançar resultados com este estudo que proporcionam uma visão mais aprofundada sobre web Semântica e como as ontologias podem melhorar a organização das informações de forma semântica, e perceber o enorme potencial que esse campo de pesquisa tem, abrindo um leque de possibilidades futuras de desenvolvimento.

**Palavras-Chave:** Web Semântica. Ontologias. Tecnologia da Informação. Protégé.

BARBOZA, Diogo Alves. *A WEB SEMÂNTICA E SUAS ONTOLOGIAS: Desenvolvimento de ontologia na Ferramenta Protégé*. 2017. 68 pág. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

## ABSTRACT

The problems that have arisen with the evolution of the web over the years, mainly the amount of information dispersed in the network, has made the processes of organization and information retrieval more difficult, thus requiring new tools to optimize the retrieval of this information in the environment Web. The studies related to the Semantic web are gaining importance, since it is a new perspective in the development of technologies, and it makes possible an increase in the quality and relevance of the recovered information. Such studies also enable the development of tools to formally describe this information through data that can be interpreted by men and machines. In this sense, this study seeks to analyze how the Semantic web can contribute to the construction of a web semantically structured through the use of intelligent agents and semantic ontologies. It was carried out a bibliographic survey about the concepts of the Semantic web, its main characteristics, as well as the use of ontologies. Through the use of the Protégé tool to build an ontology, it was possible to achieve results with this study that provide a deeper insight into Semantic web and how the ontologies can improve the organization of the information semantically, and realize the enormous potential that this field of research has opened up a range of future development possibilities.

**Keywords:** Semantic Web. Ontologies. Information Technology. Protégé.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Imagem 01 | Funcionamento da Web 1.0.....  | 19 |
| Imagem 02 | Web 2.0 – Caracterizada pela facilidade de criar e compartilhar informações..... | 21 |
| Imagem 03 | Modelo estrutural da web semântica.....  | 24 |
| Imagem 04 | Grafo RDF de vários recursos.....  | 26 |
| Imagem 05 | Exemplo de Código Dublin Core.....   | 28 |
| Imagem 06 | Sugestão de alteração na Arquitetura Proposta para Web Semântica.....            | 31 |
| Imagem 07 | Formulário de uma RDE.....   | 32 |
| Imagem 08 | Metadados de um formulário de dados bibliográficos.....                          | 33 |
| Imagem 09 | Interface do site da Stanford que disponibiliza o Software Protégé.....          | 36 |
| Imagem 10 | Versão web do plug-in Protégé.....   | 37 |
| Imagem 11 | Versão Web do OntoStudio.....  | 38 |
| Imagem 12 | Criação de um novo Projeto Protégé.....  | 41 |
| Imagem 13 | Formatos disponíveis no Protégé 5.2.....   | 42 |
| Imagem 14 | Cabeçalho de uma ontologia OWL.....  | 42 |
| Imagem 15 | Criação de uma classe no Protégé.....  | 43 |
| Imagem 16 | Fluxograma com o relacionamento entre entidades.....                             | 44 |
| Imagem 17 | Criando uma classe no Protegé.....   | 44 |
| Imagem 18 | Hierarquia de Classes.....   | 45 |
| Imagem 19 | Definindo Atributos.....   | 46 |
| Imagem 20 | Criação dos Objetos das Propriedades.....  | 46 |
| Imagem 21 | Objetos criados.....   | 47 |
| Imagem 22 | Parte da ontologia gerada com o Protégé.....                                     | 47 |
| Imagem 23 | Imagem 22 – Relacionamentos da ontologia Família.....                            | 48 |
| Imagem 24 | Relacionamento <i>instace</i> Chico.....   | 49 |
| Imagem 25 | Relacionamento <i>instace</i> Maria.....   | 49 |

## LISTA DE QUADROS

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Quadro 1</b> | Principais características da Web 1.0 e Web 2.0.....          | 22 |
| <b>Quadro 2</b> | Propriedades Básicas dos vocabulários Dublin Core e FOAF..... | 29 |
| <b>Quadro 3</b> | Comparação entre editores de ontologia.....                   | 35 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**FOAF** - Friend of a friend

**HTML** - Hypertext Markup Language (HTML)

**HTTP** - Hypertext Transfer Protocol

**OWL** - Web Ontology Language

**RDF** - Resource Description Framework

**SPARQL** - Protocol and RDF Query Language

**URI** - Uniform Resource Identifier

**URL** – Uniform Resource Locator

**W3C** - World Wide Web Consortium

**XML** - Extensible Markup Language

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>1 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>19</b> |
| 1.1 Web 1.0 e Web 2.0: o começo de tudo .....                                    | 19        |
| 1.2 WEB SEMÂNTICA E SUAS TECNOLOGIAS .....                                       | 22        |
| 1.2.1 Camada URI/IRI .....   | 24        |
| 1.2.2 Camada XML/NS/SCHEMA.....  | 25        |
| 1.2.3 RDF e RDF Schema.....  | 25        |
| 1.2.4 Ontologias .....   | 27        |
| 1.2.5 Vocabulário Dublin Core e FOAF.....  | 28        |
| 1.2.6 Camada Logic .....   | 30        |
| 1.2.7 Camada Proof e Trust .....   | 30        |
| 1.2.8 Modificações propostas para mudanças na Arquitetura da Web Semântica ..... | 31        |
| 1.3 Metadados .....  | 32        |
| 1.4 Agentes Inteligentes e sua aplicação na Web semântica.....                   | 33        |
| <b>2 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>   | <b>34</b> |
| 2.1 Ferramentas para desenvolvimento de Ontologias .....                         | 34        |
| 2.1.1 Protégé versão Web .....   | 35        |
| 2.1.2 OntoStudio.....  | 37        |
| 2.2 Linguagem de ontologias da Web.....  | 39        |
| 2.3 Desenvolvimento de uma ontologia utilizando a ferramenta Protégé .....       | 40        |
| 2.3.1. Definindo as entidades .....  | 43        |
| 2.3.2. Definindo os atributos .....  | 45        |
| 2.3.3. Definindo os relacionamentos.....   | 46        |
| 2.3.4 Casos de uso da ferramenta Protégé .....                                   | 50        |
| <b>CONCLUSÃO .....</b>   | <b>51</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>53</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>  | <b>57</b> |

## INTRODUÇÃO

A primeira fase da Web, ou Web 1.0, surgiu por volta dos anos 1990 e possuía duas características a leitura e os *links* para outras páginas, e havia uma grande quantidade de informações disponíveis, mas existia pouca ou nenhuma interação, o usuário não podia modificar o conteúdo, sendo apenas um expectador. Sabino (2007) afirma que a Web 1.0 nada mais é do que a primeira geração da Web, e se caracteriza pela preocupação com sua própria construção, com o acesso aos recursos informacionais e com a questão comercializável, ou seja, as empresas desenvolviam aplicativos de softwares nos quais os usuários poderiam adquirir uma licença, mas não poderiam modificá-lo ou alterá-lo.

Com a evolução das novas tecnologias e da comunicação, a web também evoluiu e com isso surgiram novos ambientes virtuais e de troca de informações, sendo esses mais interativos, com a possibilidade da criação, colaboração, armazenamento e troca de informações e de conteúdo. Assim surgiu a Web 2.0, que iniciou uma nova era de troca de informações, trazendo uma descentralização e permitindo ao usuário participar de forma ativa na construção, seleção ou troca de conhecimentos, podendo alterar informações a qualquer momento e em qualquer lugar. Conforme afirmam Blattmann e Silva (2007) “[...] a Web 2.0 é um novo espaço para acessar, organizar, gerenciar, tratar e disseminar a informação, conhecimento e saberes”.

Na Web há uma quantidade imensa de informações não pertinentes, fornecida pelos processos de busca (DIAS E SANTOS; 2013). Com essas grandes quantidades de informações disponíveis e constante evolução, muitas vezes a busca por determinadas informações pode se tornar complicada para alguns usuários, justamente por ter que filtrar as informações desejadas e o trabalho pode vir a ser demorado e cansativo.

Atualmente, as pessoas têm acesso fácil a diversos tipos de informações em tempo real, e em geral as informações resultantes de uma busca em uma ferramenta de pesquisa como o Google ou o Bing (SUGAI; 2015), seguem um padrão mesmo que muitas vezes o usuário tenha que filtrar ainda mais esse conteúdo, visto que os navegadores não fazem isso por si só. Os motores de

busca na Web acabam levando em consideração apenas a sintaxe, e não a semântica, no momento de realizar a busca, o que nem sempre traz um resultado satisfatório.

No seguinte caso: se um usuário realizar uma busca sobre determinado autor, e colocar somente o seu primeiro nome, “Paulo”, certamente vai obter todos os documentos que tenham a expressão “Paulo”. No entanto, se, por exemplo, o usuário utilizar o seu sobrenome “Coelho”, o problema será ainda maior visto que além de sobrenome, a expressão “coelho” pode se referir ao animal. Conforme afirma Ramalho *et. al.* (2007), a Web atual não fornece condições que possibilitem distinguir entre os vários significados semânticos que um termo pode comportar o que resulta na recuperação de uma grande quantidade de documentos irrelevantes ou não relacionados com a busca realizada, tornando algumas vezes a tarefa de localizar informações específicas no ambiente Web muito difícil.

Através da utilização de agentes inteligentes construídos para percorrer aplicações Web, os resultados das buscas podem melhorar significativamente. Segundo Hayes-Roth (1995), agentes inteligentes são programas que percebem as condições dinâmicas do ambiente, agem alterando as condições do ambiente e “raciocinam” de modo a interpretar percepções, resolver problemas, fazer inferências e determinar ações.

Agente Inteligente é um software desenvolvido para automatizar e executar uma tarefa em uma rede para o usuário. No contexto da internet, ela conta com diversas iniciativas que utilizam agentes, como homepages que comparam preços de produtos para compra e mecanismos de buscas, que navegam para outras páginas e apresentam resultados, classificando-os pelo grau de acerto e relevância de assuntos (CARTER; 2015).

Com o surgimento da Web semântica, que tem como proposta uma rede de informações que pode ser interpretada não só por pessoas como também pelas máquinas através dos agentes computacionais, o trabalho de filtrar o conteúdo pode ser automatizado, algo que teria de ser feito manualmente. Segundo Berners-Lee (2001), a Web semântica é uma extensão da Web atual, na qual a informação recebe um significado bem definido, permitindo que os computadores e as pessoas cooperem.

A Web semântica, ou Web 3.0, é uma web centrada em multimeios e

principalmente no uso de agentes inteligentes para a realização de tarefas de busca, recuperação e de associação entre informações (BRAVO, 2007).

A Web semântica tem como objetivo estruturar, ou seja, organizar a grande quantidade de informação dispersa na rede, por isso que a utilização de agentes inteligentes se faz necessário, já que eles percorrem toda a rede, realizando tarefas que para os usuários seriam um tanto quanto complicadas. Esses agentes são desenvolvidos para que sejam capazes de identificar o significado de cada palavra e a relação lógica que existe entre várias palavras. Mas, para que isso possa acontecer se torna necessário que os dados estejam estruturados, seguindo sempre um conjunto de regras, possibilitando uma otimização dos resultados, de modo que as páginas web sejam escritas proporcionando “entendimentos diferentes de diferentes tipos de sistemas”.

Diante do exposto acima, o objetivo geral desta pesquisa é analisar como a Web semântica pode contribuir para a construção de uma web estruturada semanticamente, através da utilização de agentes inteligentes e ontologias semânticas. Para alcançar tal proposta foram estabelecidos os objetivos específicos:

- Comparar a web 1.0, 2.0 e a web Semântica através da análise da evolução da web ao longo dos anos, e como ela mudou a maneira de ver a internet;
- Estudar o processo evolutivo da web;
- Compreender a possibilidade de estruturação de uma web através de ontologias semânticas;
- Apresentar um estudo de caso de aplicação da web semântica;  
Desenvolver uma ontologia na Ferramenta Protégé.

Para isso é desenvolvida uma pesquisa científica que nada mais é que um processo de busca por respostas para diversos tipos de problemas e para que isso seja possível, métodos devem ser seguidos para que as proposições sejam confirmadas.

Para Gil (2007) pesquisa tem como definição um procedimento que segue determinados passos com o objetivo de responder aos questionamentos de determinados problemas. No entanto, embora não sejam a mesma coisa teoria e método são dois termos inseparáveis, “devendo ser tratados de maneira integrada e apropriada quando se escolhe um tema, um objeto, ou um

problema de investigação” (MINAYO, 2007, p. 44).

Nesse caso será realizado um levantamento bibliográfico e análise do status quo da web, sendo que serão abordados conceitos bibliográficos, onde serão levantadas as referências analisadas e discutidas por outros estudiosos da área em questão, visando assim embasar o trabalho.

A pesquisa bibliográfica se dá a partir do levantamento de dados já analisados e publicados em diversas formas, tais como livros, artigos científicos e páginas na Web. Existem diversos tipos de pesquisas científicas, uma delas se baseia apenas na pesquisa bibliográfica, analisando referências já publicadas com o intuito de obter informações sobre o problema ao qual se procura respostas.

De início, foi realizada uma análise comparativa da web, desde o seu início até a atual, verificando a sua evolução ao longo dos anos, buscando explicitar que com a grande quantidade de conteúdo que é compartilhado diariamente. Invariavelmente, houve um acúmulo significativo de informação não estruturada, causando um caos de disponibilidade, e que com a proposta de estruturação da web semântica houve um melhoramento significativo no tempo de busca por determinado conteúdo.

A escolha de métodos para se realizar uma pesquisa é de fundamental importância, sendo que estes métodos ajudarão no entendimento da mesma. Feita a análise dos conceitos e abordagens já existentes, será feita uma exposição de forma mais específica os problemas, visando entender como os grandes mecanismos de busca enfrentam o grande crescimento da web.

Desta forma a nossa metodologia será realizada seguindo as etapas abaixo descritas:

- Levantamento dos dados bibliográficos;
- Comparação dos dados obtidos;
- Análise da evolução da Web ao longo dos anos; Apresentação da estrutura da Web Semântica;
- Discussão da importância do XML no contexto e seus diferentes formatos;
- Desenvolvimento de uma ontologia na ferramenta Protégé

O presente trabalho está organizado da seguinte maneira: a introdução da pesquisa, abordando inicialmente o tema, os objetivos, a problemática e os

aspectos metodológicos que serviram de norte para realização da pesquisa. Já o 1º capítulo aborda todos os aspectos teóricos que embasaram o estudo. O 2º capítulo aborda os resultados e as discussões acerca dos métodos utilizados e se eles serviram para comprovar o que foi proposto inicialmente. E o por último as considerações finais e contribuição para futuros trabalhos.

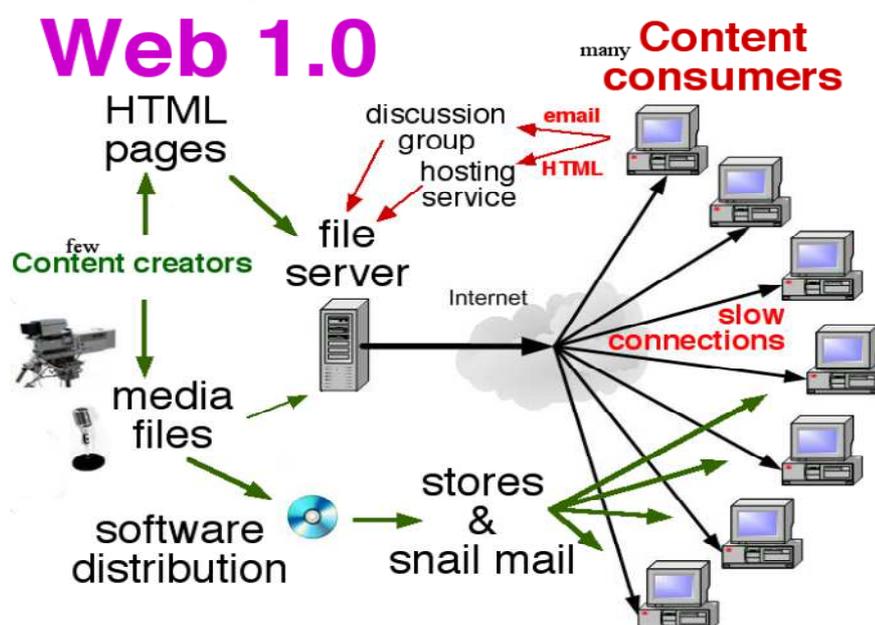
## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os aspectos teóricos que serviram de norte para o desenvolvimento da pesquisa.

### 1.1 Web 1.0 e Web 2.0: o começo de tudo

Na primeira geração da Web os dados e informações contidas nas páginas eram de forma predominantemente estáticas. Segundo Coutinho e Bottentuit (2007), o papel do utilizador nesses cenários era o de mero espectador da ação que se passava na página que visitava, não tendo autorização para alterar ou editar seu conteúdo. Para visualizar melhor como se dava o funcionamento da Web 1.0 é importante observar a imagem 01.

Imagem 01 – Funcionamento da Web 1.0



Fonte: Manuel Gil Mediavilla (2012)

É possível observar no esquema da imagem 01, que na web 1.0 o funcionamento da rede era um complexo, dificultando a própria utilização da mesma por parte dos usuários. Era complexo e dificultava para que usuários leigos que tivesse alguma dificuldade em utilizar a rede. Por ter conteúdo fornecido apenas por um webmaster<sup>1</sup>, que gerenciava o site, por exemplo, não existia um *feedback* do usuário que utilizava o sistema, ou se existia, tal *feedback* não se dava em tempo real, como é possível fazê-lo atualmente. As páginas eram criadas em HTML, e por isso, seu conteúdo era estático.

A Web 1.0 era formada por três tecnologias:

- **URL ou URI** – Servia para localizar e identificar recursos existentes na Web, como Documentos e Dados;
- **HIPERTEXT MARKUP LANGUAGE (HTML)** – Linguagem de representação de conteúdo em páginas na Web e expressá-las através de links como, por exemplo, os utilizados no Wikipédia;
- **HYPertext TRANSFER PROTOCOL (HTTP)** - protocolo de comunicação entre sistemas e permite a transferência de dados na rede. Esse protocolo usado para direcionar as páginas HTML do computador para a internet.

Na próxima seção será detalhado o modelo atual utilizado na Web semântica, e também será possível ver a evolução da rede ao longo dos anos e como isso beneficiou os usuários.

Surge então a Web 2.0, uma revolução na forma de se ver a internet. O termo Web 2.0, começou a ser popularizado no ano de 2004, e o seu princípio era no qual o desenvolvimento de programas ou aplicativos tinha de aproveitar as experiências já existentes na rede para assim os aprimorar conforme as pessoas usavam-nos. A Web 2.0 é desta forma um ambiente de cooperação e participação: os participantes produzem e distribuem conteúdo com base em uma cultura de comunicação aberta, em que se reconhece a ampla liberdade de compartilhar e reutilizar conteúdo e onde, finalmente, não existe uma autoridade e um controle centralizado, mas uma inteligência coletiva não controlada (ROCHA; PEREIRA, 2010, p. 73).

---

<sup>1</sup> **Webmaster** é um profissional capaz de gerenciar as tarefas tanto de um webdesigner (elaboração do projeto estético e funcional de um web site) quanto de um web developer (que faz a parte da programação, como sistemas de login, cadastro, área administrativa).

Segundo O'Reilly (2005), a Web 2.0 é um conjunto de princípios e práticas que formam um “sistema solar de sites” que demonstram alguns ou todos estes princípios, a uma distância que varia do núcleo.

Para Garcia (2009) na Web 2.0, os softwares online passam a ser entendidos como serviços, e são criados com o auxílio dos próprios usuários de acordo com suas necessidades.

Para Castells (2003), os princípios de compartilhamento, melhoria contínua e aproveitamento da inteligência coletiva impulsionam o crescimento e evolução da Web não como um mundo virtual, mas como uma “virtualidade real integrada a outras formas de interação em uma vida cotidiana cada vez mais híbrida”. Para melhor entender o funcionamento da Web 2.0, é interessante observar a imagem 02.

Imagem 02 - Web 2.0 – caracterizada pela facilidade de criar e compartilhar informações



Fonte: [https://en.wikiversity.org/wiki/Web\\_2.0](https://en.wikiversity.org/wiki/Web_2.0)

No quadro 1, são observadas algumas características que diferenciam a Web 1.0 e a Web 2.0.

**Quadro 1: Principais características da Web 1.0 e Web 2.0**

| <b>Web 1.0</b>                         | <b>Web 2.0</b>                               |
|--|--|
| <b>Publicação</b>                      | Participação                                 |
| <b>Input – Output</b>                  | Processo – <i>throughput</i> (PRIMO, 2000)   |
| <b>Páginas Pessoais</b>                | <i>Weblogs</i>                               |
| <b>Tecnologias</b>                     | Atitude                                      |
| <b>Desktop – Disco Rígido</b>          | <i>Webtop</i> – Disco remoto                 |
| <b>Navegador</b>                       | Plataforma Web                               |
| <b>Sistemas Complexos</b>              | Interfaces amigáveis                         |
| <b>Um – Um</b>                         | Todos – Todos                                |
| <b>Sociedade da Informação</b>         | Sociedade do Conhecimento                    |
| <b>Interação reativa (Primo, 2000)</b> | Interação mútua (PRIMO, 2009)                |
| <b>HTML</b>                            | XML  |
| <b>Hierárquico</b>                     | Heterárquico                                 |
| <b>Controle de Conteúdo</b>            | Construção coletiva e colaborativa – autoria |
| <b>Reflexivo</b>                       | Autônomo                                     |

Fonte: (TREIN & SCHIEMMER, 2008)

No quadro 1, observa-se as características das duas versões Web. Já foi abordado anteriormente alguns aspectos das duas e, com essa tabela de comparação, fica mais claro evidenciar a evolução que ocorreu durante esses anos.

Na Web 1.0 as pessoas apenas realizavam o download de determinado conteúdo, o usuário da Web 2.0 tanto pode baixar como enviar arquivos de textos e outras mídias, além de escrever no texto elaborado por outras pessoas. Sendo assim o usuário tanto é consumidor, quanto produtor de conteúdo.

Na tabela 01, na Web 2.0 o armazenamento se dá através da nuvem, diferente da geração anterior que utilizava discos físicos, com espaço reduzido e com grandes riscos de perda dos dados. Outro fator importante de ressaltar é a mudança no uso da linguagem, que antes era HTML e passou-se a usar o XML.

## **1.2 WEB SEMÂNTICA E SUAS TECNOLOGIAS**

Atualmente, o conceito de Web semântica já é bastante discutido, conforme Souza (2016) afirma a Web 3.0 ou Web Semântica tem a finalidade de solucionar problemas de busca, de localização, de recuperação e de acesso

por meio de uma combinação de técnicas de inteligência artificial para realização de tarefas complexas relacionadas ao entendimento semântico da informação. Desta forma, a web como conhecemos está passando por profundas mudanças, sendo atualmente, os principais meios de busca de informações os grandes buscadores de conteúdo.

Através do uso de técnicas da Web semântica, a Web tradicional que conecta apenas informação (links entre páginas/mídias), está se transformando na Web que potencialmente conecta “conhecimento”, ou seja, as informações conectadas possuem significados que são compreensíveis e compartilháveis por pessoas e computadores (DEVEDZIC; 2006).

A web semântica surgiu em meados dos anos 2000, e foi concebida por Tim Berners-Lee como uma arquitetura de camadas sobrepostas, sendo que cada camada ou tecnologia seria complementar e compatível com as camadas inferiores, ou seja, uma camada superior completa a inferior, mas as camadas inferiores não dependeriam das superiores, sendo uma estrutura escalonável.

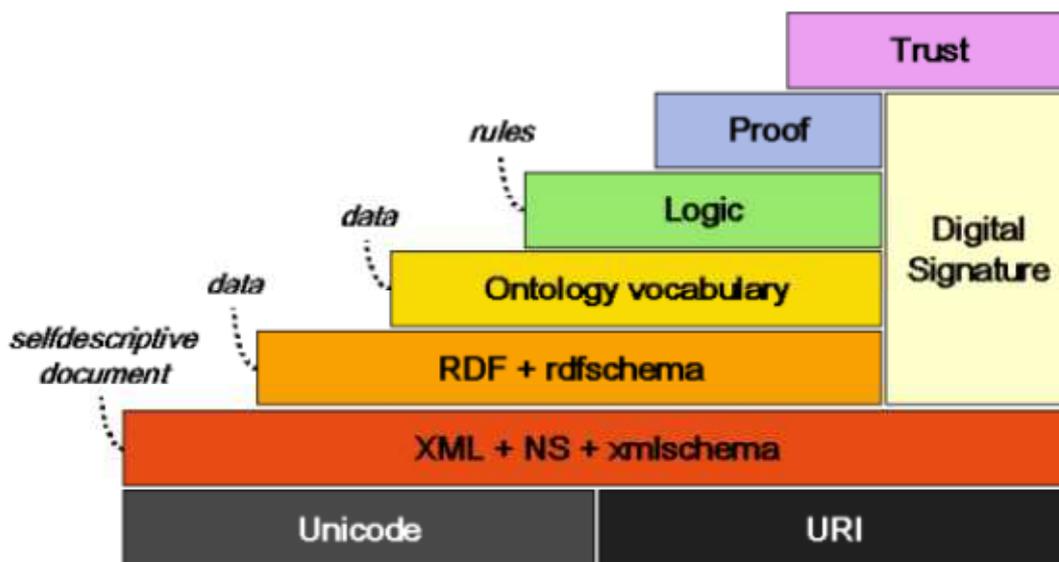
Segundo Bernes-Lee (1999), o primeiro passo para o desenvolvimento da Web Semântica seria a inclusão de dados na Web 2.0, mais especificamente nas páginas desenvolvidas em HTML ou XML, através da utilização do vocabulário Dublin core, em um formato que os sistemas computacionais pudessem naturalmente compreender de forma direta ou indireta, ou seja, de forma direta se em um determinado indivíduo realiza uma busca por determinado termo, o desejável é que o sistema retorne dados referentes apenas aquele termo em questão, ignorando qualquer outro. De forma indireta quando os metadados são configurados em listas e bibliotecas, isso permite que os usuários utilizem filtros para refinar as buscas, de modo que ao utilizar, por exemplo, um site de compras ao aplicar filtros específicos os resultados obtidos se tornam melhores.

Dziekaniak e Kirinus (2004) afirmam que Web semântica representa a evolução da web atual. Enquanto a web tradicional foi desenvolvida para ser entendida apenas pelos usuários, a Web semântica está sendo projetada para ser compreendida pelas máquinas, na forma de agentes computacionais, que são capazes de operar eficientemente sobre as informações, podendo entender seus significados.

A imagem 03 apresenta o modelo de arquitetura da web semântica

proposta pela W3C<sup>2</sup>:

Imagem 03: Modelo estrutural da web semântica.



Fonte: firstmonday.org

Observa-se na Imagem 03, que a arquitetura da web semântica é formada por 07 camadas, Tim Berners-Lee, definiu uma estrutura em camadas que reflete os passos que devem ser dados para que o projeto da Web Semântica seja realizado de uma forma incremental (FERNEDA, 2003). Nas próximas seções serão detalhadas cada camada e suas principais funcionalidades.

### 1.2.1 Camada URI/IRI

De início é importante conhecer as camadas inferiores do modelo proposto pela W3C (World Wide Web Consortium), e a primeira camada é composta pela URI (Uniform Resource Identifier) e UNICODE<sup>3</sup> que são padrões para a descrição e estabelecimento de identificadores universais do recurso e códigos internacionais de dados (SEGUNDO, 2003).

Unicode é um padrão utilizado mundialmente, e que possibilita que todos os caracteres de todas as linguagens utilizadas na programação sejam

<sup>2</sup> **W3C** - World Wide Web Consortium é a principal organização de padronização da World Wide Web.

<sup>3</sup> **Unicode** é um padrão que permite aos computadores representar e manipular, de forma consistente, texto de qualquer sistema de escrita existente.

representados por computador. Esse padrão não só é capaz de representar letras como também símbolos de pontuação, símbolos técnicos e outros caracteres utilizados em linguagens escritas. Segundo Rosa (2002), o UNICODE é uma linguagem que define uma forma padrão para a representação de caracteres.

### 1.2.2 Camada XML/NS/SCHEMA

A segunda camada é composta pelo XML, NAMESPACE E SCHEMA, é conhecida como a camada sintática e é ela que estabelece a sintaxe correta na descrição dos dados.

Extensible (2009) define o XML como sendo uma linguagem de marcação que, diferentemente do HTML, permite a criação e o uso de *tags* personalizadas, fornecendo assim uma maneira simples de organizar e estruturar os dados existentes em uma determinada aplicação. A W3C atualmente recomenda o uso do XML, pois ele provê uma sintaxe bem definida, sendo atualmente utilizado na maioria das aplicações existentes na Web (FILHO; LÓSCIO, 2009).

Atualmente, documentos que estão na Web, utilizam o XML devido ao seu sistema de marcação. Segundo Dias e Santos (2013), a linguagem XML também faz uso de marcações, denominadas *tags*, mas estes têm a finalidade somente de delimitar e descrever parte das informações, deixando a interpretação a cargo das aplicações que as utilizam.

### 1.2.3 RDF e RDF Schema

O RDF<sup>4</sup> é um formato padrão para representação de dados na web, ele permite que se representem dados através de triplas na forma de sujeito, predicado e objeto, que, por sua vez, representam entidades concretas ou abstratas do mundo real.

O RDF é base para o processamento de metadados e tem como principal objetivo proporcionar interoperabilidade entre aplicações que trocam

---

<sup>4</sup> Resource Description Framework (RDF) é uma família de especificações da World Wide Web Consortium (W3C) originalmente planejada como um modelo de dados para metadados.

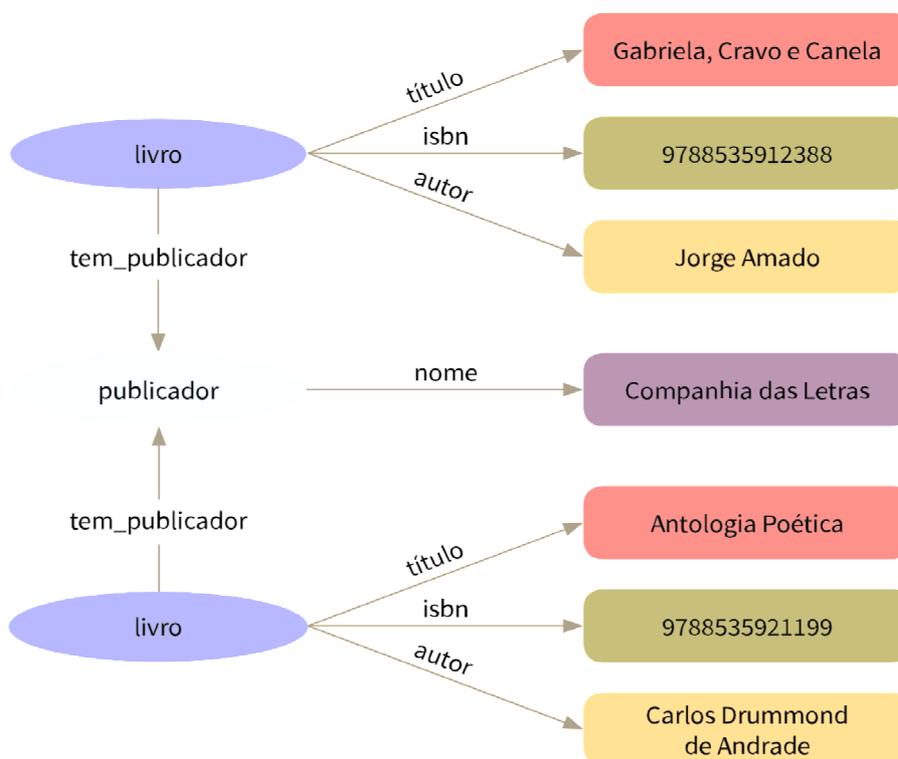
informações eletrônicas da Web (GRÁCIO, 2002).

Além disso, o RDF (Resource Description Framework) e o RDF SCHEMA fornecem um grau de interoperabilidade semântica entre as aplicações Web, definindo o vocabulário, estrutura e restrições, bem como a relação das classes e propriedades.

Segundo Laufer (2015) Resources Description Framework (RDF) é um arcabouço para representar informações na Web. RDF permite fazer afirmações sobre recursos. E esses recursos podem ser qualquer coisa concreta ou abstrata. Uma determinada escola, uma pessoa, uma página Web são considerados recursos.

Abaixo está um exemplo de várias triplas estabelecendo relação entre seus recursos:

Imagem 04 – Grafo RDF de vários recursos



Fonte: <http://ceweb.br/guias/web-semantica//capitulo-4/#capitulo-4-sh1>

Na Imagem 04 observar-se que vários recursos estabelecem relações, pois uma editora pode ter vários livros publicados, ou um autor de livros do

mesmo jeito, todos interligados, criando assim uma rede de dados semânticos.

É importante observar que os identificadores devem ser universais para que sejam identificados por qualquer entidade, sobre isso Laufer (2015), afirma que em RDF a forma de identificar tanto os recursos quanto as propriedades, de forma única e universal, se faz por meio da utilização de URIs, mais especificamente, HTTP URIs.

#### 1.2.4 Ontologias

As ontologias são muito importantes para a construção da Web Semântica. Santos (2014) afirma que vinculada ao contexto de Web semântica, a ontologia nasce com o intuito de prover a interoperabilidade entre sistemas promovendo uma comunicação efetiva entre eles. As ontologias devem fornecer o vocabulário necessário para que haja comunicação entre os agentes e as páginas Web, esta é camada mais importante Web semântica, pois ela é responsável por oferecer a expressividade necessária à representação de ontologias através de RDFs.

As ontologias surgiram para preencher algumas lacunas deixadas pelo RDF, e que segundo Filho e Lóscio (2009), são:

- **Restrições de propriedades:** Muitas vezes precisamos impor restrições nos valores que uma propriedade pode assumir. Por exemplo, não conseguimos dizer em RDF/RDFS que um time de futebol tem que ter, no mínimo, onze jogadores para poder disputar uma partida;
- **Disjunção de classes:** No domínio-alvo pode acontecer de classes (conceitos) serem disjuntos. Por exemplo, homem e mulher são dois conceitos disjuntos, pois uma pessoa não pode ser do sexo masculino e feminino ao mesmo tempo. Em RDF/RDFS, é possível somente expressar relações de hierarquia como mulher é subclasse de pessoa;
- **Combinação entre classes:** RDF/RDFS não permite que se criem novos conceitos utilizando uma combinação de conceitos já especificados usando, por exemplo, a união ou interseção destes;
- **Características de propriedades:** Também não é possível especificar na camada de RDF/RDFS algumas características de propriedades como, por exemplo, a transitividade de valores.

As ontologias organizam de maneira adequada e de forma semântica os dados existentes na Web. Sendo que, uma vez que não haja nenhum vocabulário que satisfaça a necessidade de expressar metadados, Laufer (2015) afirma que uma nova ontologia pode ser criada, com o cuidado em reutilizar o maior número possível de elementos de ontologias já existentes, evitando assim a duplicação de referências diferentes aos mesmos conceitos.

Na próxima seção apresenta-se um detalhamento de mais dois vocabulários utilizados na criação de ontologias.

### 1.2.5 Vocabulário Dublin Core e FOAF

O **Dublin Core** é um vocabulário simples, mas muito eficiente para aquilo que se propõe, ou seja, descrever recursos para buscas na Web. Ele tem como uma das suas funções a documentação Web, e possibilita que pessoas possam realizar indexação de páginas mesmo sem que sejam especializadas em catalogação.

No trecho de código detalhado na Imagem 05 temos um exemplo da utilização do vocabulário Dublin core, com a utilização da *tag* <meta>.

Imagem 05 – Exemplo de Código Dublin Core

```

1 <head>
2 <link rel="schema.DC" href="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
3 <meta name="DC.title" content="TCC - Diogo">
4 <meta name="DC.creator" content="Diogo Alves">
5 <meta name="DC.subject" content="Web Semântica">
6 <meta name="DC.subject" content="Dados Conectados">
7 <meta name="DC.description" content="Web Semântica - Construindo uma nova Web">
8 <meta name="DC.publisher" content="W3C Brasil">
9 <meta name="DC.date" content="02/02/2017">
10 </head>

```

Fonte: Adaptado pelo Autor

O vocabulário FOAF<sup>5</sup>, segundo (LAUFER, 2015) é um vocabulário adequado para a definição de metadados sobre pessoas, seus interesses, seus relacionamentos e suas atividades.

A **FOAF** (Friend of a Friend) Brickley e Miller (2014) integra três tipos de

---

<sup>5</sup> FOAF é um projeto dedicado a ligar pessoas e informações usando a Web.

redes: sociais de colaboração humana, amizade e associação; representacionais que descrevem uma visão simplificada de um universo de desenhos animados em termos factuais e redes de informação que usam links baseados na Web para compartilhar descrições.

No quadro 2 temos as propriedades dos vocabulários Dublin core e do FOAF.

**Quadro 2: Propriedades Básicas dos vocabulários Dublin Core e FOAF**

|                    | Dublin Core   |                      | FOAF   |
|--------------------|---|----------------------|--|
| <b>Title</b>       | Nome do recurso.  | Agent                | Coisas que realizam algo, que podem ser pessoas, organizações, robôs, etc. Tem como subclasses “Person”, “Organization” e “Group”. |
| <b>Creator</b>     | Nome do criador do recurso.   | Person               | Entidade central do vocabulário: representa as pessoas.  |
| <b>Subject</b>     | Tópico do recurso.  | Name                 | Cadeia de caracteres com um nome.  |
| <b>Description</b> | Descrição do recurso, que pode ser um resumo, um sumário, etc.            | Title                | Forma de tratamento, como, por exemplo, “sr.”, “sra.”, etc.  |
| <b>Publisher</b>   | Entidade responsável por tornar o recurso disponível.                     | Img                  | Uma imagem que representa uma pessoa   |
| <b>Contributor</b> | Nome dos contribuidores do recurso.                                       | Depiction (depicts ) | Relaciona alguma coisa a uma imagem  |
| <b>Date</b>        | Data associada ao recurso.  | Familyname           | Descreve parte do nome de uma pessoa (sobrenome).  |
| <b>Type</b>        | Tipo do recurso.  | Givenname            | Descreve parte do nome de uma pessoa (primeiro nome).  |
| <b>Format</b>      | Formato de arquivo, meio físico de armazenamento ou dimensões do recurso. | Knows                | Relaciona duas pessoas   |
| <b>Identifier</b>  | Uma referência única ao recurso dentro de um                              | Based _ near         | Relação espacial entre duas coisas   |

|                 |   |                                    |                                   |
|-----------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|
|                 | determinado contexto.   |                                    |                                   |
| <b>Source</b>   | Fonte que originou o recurso, como, por exemplo, o resultado de um serviço. | Age                                | A idade da pessoa                 |
| <b>Language</b> | Linguagem do recurso.   | Made (maker)<br>–                  | Alguma coisa feita por alguém     |
| <b>Relation</b> | Relação entre dois recursos.  | Primarytopic<br>(primarytopic of ) | Principal tópico de um documento. |
| <b>Coverage</b> | Cobertura temporal ou espacial do recurso, por exemplo, uma jurisdição      | Project                            | Um projeto                        |
| <b>Rights</b>   | Direitos associados ao recurso.   | Organization                       | Uma organização.                  |

Fonte: <http://ceweb.br/guias/web-semantica//capitulo-4/#capitulo-4-sh1>

### 1.2.6 Camada Logic

Essa camada permite definir as regras lógicas que irão inferir os novos conhecimentos mediante um processo racional. Para Rosa (2002), a camada de Lógica proporciona a definição de semântica em linguagem formal habilitando a execução de serviços inteligentes. Essa camada fornece suporte necessário para a descrição de regras para expressar relações sobre os conceitos de uma ontologia.

Ramalho (2006) afirma que essa camada serve para a definição de regras mais abrangentes para o tratamento das informações descritas nos níveis inferiores, possibilitando que agentes computacionais possam realizar inferências automáticas a partir das relações existentes entre os recursos informacionais, podendo inclusive inferir novas informações.

### 1.2.7 Camada Proof e Trust

As camadas Proof e Trust são as mais superiores do esquema proposto pela W3C, e ainda se sabe pouco dessas duas camadas e como elas vão interagir com as demais.

Ramalho (2006) afirma que o que se espera da camada Proof, é que ela possibilite a verificação e comprovação da coerência lógica dos recursos, para que os aspectos semânticos das informações estejam descritos de maneira adequada, atendendo assim a todos os requisitos das camadas inferiores.

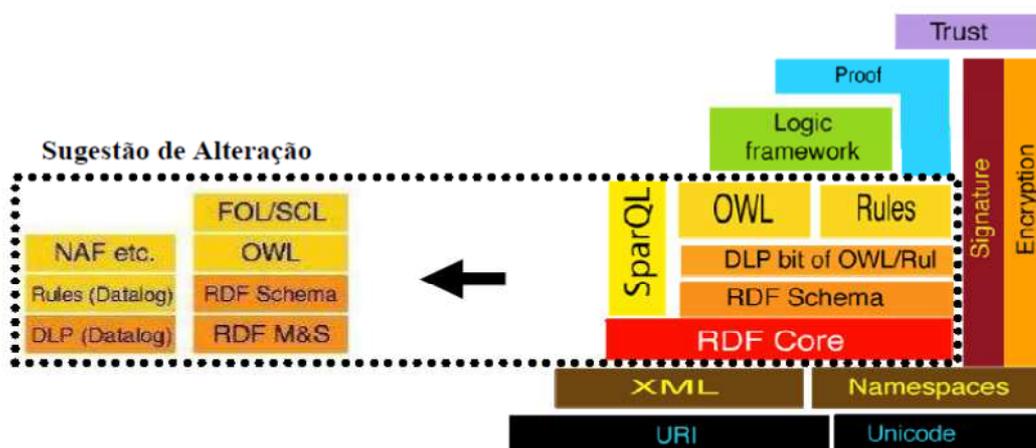
De acordo com Rosa (2002), a camada de confiança (Trust), conjuntamente com a camada de assinatura digital (*digital signature*) proporciona mecanismos para prevenção de inconsistências na Web semântica.

### 1.2.8 Modificações propostas para mudanças na Arquitetura da Web Semântica

É importante observar que diversas implementações foram realizadas inspiradas na arquitetura proposta pela W3C para a Web Semântica. Naturalmente, tais implementações trouxeram diversas adaptações e modificações para a arquitetura proposta, mesmo que preservando suas partes mais importantes e que servem de sustentação para o modelo, sendo indispensável para sua implementação, pois as tecnologias encontram-se em constante evolução, mas os seus conceitos básicos de desenvolvimento tendem a permanecer. Para Ramalho (2006), a Web semântica encontra-se em constante desenvolvimento, de modo que as tecnologias propostas ainda estão em fase de avaliação e de verificação de seus resultados.

Na imagem 06, pode-se observar sugestões para mudança na arquitetura da Web Semântica, proposta por Horrocks et al. (2005), que afirma que “algumas das linguagens apresentadas nesta arquitetura não são semanticamente compatíveis de forma direta, como a Description Logic Programs (DLP) e a linguagem de desenvolvimento de ontologias OWL.”

Imagem 06 – Sugestão de alteração na Arquitetura proposta para Web Semântica



É muito importante observar que a arquitetura da Web Semântica ainda sofrerá modificações, visto que as camadas *Logic* e *Proof*, sequer possuem tecnologias implementadas, e outros aspectos tendem a permanecer, mesmo com possíveis modificações que venham a acontecer.

### 1.3 Metadados

Metadados, de maneira geral, estão relacionados ao conceito de “dados sobre dados”, mas no contexto da Web semântica, esse termo está relacionado com as formas de representação de um documento para fins de descrição, identificação, busca e recuperação. Segundo Mori e Carvalho (2004), a finalidade principal dos metadados é documentar e organizar, de forma estruturada, os dados das organizações, com o objetivo de minimizar duplicação de esforços e facilitar a manutenção dos dados.

Segundo Rocha (2004), motores de busca, ao utilizarem metadados, proporcionam consultas bem mais precisas, envolvendo não somente palavras, mas propriedades descritas, tais como o autor do recurso, o formato do recurso e a data do recurso.

Assim, em páginas HTML é possível inserir metadados através de marcações (chamadas de meta *tags*), que não visíveis quando a página é exibida no navegador. Esses metadados podem ser lidos por motores de busca ou por aplicativos que os usam.

#### Imagem 07 - Formulário de uma RDE

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Título:</b>                | Água no subsolo   |
| <b>Tipo do recurso:</b>       | Imagem  |
| <b>Objetivo:</b>              | Permitir que o aluno obtenha informações e amplie seus conhecimentos sobre a água no subsolo  |
| <b>Descrição do recurso:</b>  | A imagem mostra o processo de recarga do lençol freático. O subsolo é subdividido em duas regiões: zona não saturada e zona saturada. Na zona saturada a água está presente nas aberturas das rochas em pequena quantidade, e a água presente na zona do solo é usada pelas plantas. Além disso, fica abaixo do lençol freático, e nela há acúmulo de água entre as rochas e as partículas do solo. A água que não se prende à zona não saturada chega até a zona saturada por causa da ação da gravidade |
| <b>Componente Curricular:</b> | Educação Superior::Ciências Exatas e da Terra::GeoCiências  |
| <b>Tema:</b>                  | Educação Superior::Ciências Exatas e da Terra::Geociências::Hidrogeologia   |
| <b>Autor(es):</b>             | U.S. Geological Survey  |
| <b>Idioma:</b>                | Português (pt)  |
| <b>País:</b>                  | Estados Unidos da América (us)  |
| <b>Fonte do recurso:</b>      | U.S. Geological Survey  |
| <b>Endereço eletrônico:</b>   | <a href="http://qa.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html">http://qa.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html</a>   |

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/24177?show=full>

## Imagem 08: Metadados de um formulário de dados bibliográficos

| <b>Campo Dublin Core</b>              | <b>Valor</b>   | <b>Idioma</b> |
|---------------------------------------|--|---------------|
| <b>dc.audience.mediator</b>           | Universidade Estadual Paulista (UNESP/Presidente Prudente)   | pt_BR         |
| <b>dc.title</b>                       | Água no subsolo  | pt_BR         |
| <b>dc.contributor.author</b>          | U.S. Geological Survey   |               |
| <b>dc.language</b>                    | pt   | pt_BR         |
| <b>dc.location.country</b>            | us   | pt_BR         |
| <b>dc.publisher</b>                   | U.S. Geological Survey   | pt_BR         |
| <b>dc.source</b>                      | <a href="http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html">http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html</a>  | pt_BR         |
| <b>dc.audience.educationlevel</b>     | Educação Superior  | pt_BR         |
| <b>dc.description.tableofcontents</b> | Educação Superior::Ciências Exatas e da Terra::GeoCiências   | pt_BR         |
| <b>dc.type</b>                        | Imagem   | pt_BR         |
| <b>dc.subject.category</b>            | Educação Superior::Ciências Exatas e da Terra::Geociências::Hidrogeologia  | pt_BR         |
| <b>dc.description.abstract</b>        | A imagem mostra o processo de recarga do lençol freático. O subsolo é subdividido em duas regiões: zona não saturada e zona saturada. Na zona saturada a água está presente nas aberturas das rochas em pequena quantidade, e a água presente na zona do solo é usada pelas plantas. Além disso, fica abaixo do lençol freático, e nela há acúmulo de água entre as rochas e as partículas do solo. A água que não se prende à zona não saturada chega até a zona saturada por causa da ação da gravidade. | pt_BR         |

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/24177?show=full>

Nas Imagens 07 e 08, são apresentados dois exemplos de como os dados estão dispostos na web. Na Imagem 07 só é possível observar os elementos mais externos - já na Imagem 08, além dos elementos documentação, junto com os elementos do vocabulário Dublin Core.

### 1.4 Agentes Inteligentes e sua aplicação na Web semântica

O fluxo de informações na web é imenso, de modo que é impossível para um ser humano acompanhar o ritmo alucinante no qual as informações são atualizadas. Novos dados e informações desestruturadas e não confiáveis, as quais muitas vezes acabam sendo tomadas como verdades absolutas pelo simples comodismo de não buscar referências para atestar a sua qualidade.

Segundo Dias e Santos (2013),

A tecnologia atual não é capaz de diferenciar uma informação comercial de uma educacional, ou informação entre idiomas, culturas e mídia. É necessário haver informações de qualificação da própria informação, chamada de metadados, para ser possível classificá-las e tornar os processos de busca mais eficazes. (Dias e Santos, 2013, p. 01).

Ao modo que as tecnologias atuais não são capazes de fazer a diferenciação das informações, faz-se necessário entrar com novos paradigmas que consigam realizá-la. Nesse sentido, agentes inteligentes com alta capacidade de processamento de dados, se tornarão uma peça chave para este processo, de modo que, por possuírem as características de aprendizagem, eles aprendem com suas próprias ações, arquivos que contiverem informações semelhantes a informações já bloqueadas, serão bloqueados pelo mesmo com base em seus algoritmos que são mutáveis e adaptáveis conforme as informações que lhe são repassadas como corretas ou como incorretas.

Para Damião, Caçador e Lima (2014), “é possível compreender um agente inteligente como sendo um sistema ou um componente de um sistema capaz de organizar, selecionar, produzir informações e tomar decisões a partir de alguma fonte de dados”. Assim, é possível controlar parte do conteúdo que é repassado para o agente, e a partir daí o mesmo dará continuidade a análise dos dados que são inseridos na web, criando um filtro de dados ao qual facilita a interação e validação de informações. Ainda segundo os autores, “agentes inteligentes são diferentes dos demais programas computacionais, pois operam por controle autônomo, conseguem perceber o seu ambiente, se adaptam a mudanças e são capazes de assumir metas”.

Com a inserção de agentes inteligentes, o objetivo é a melhora não só da veracidade das informações, mas também de uma melhora no processo de buscas, qualificando e diminuindo a quantidade de resultados errôneos.

## **2 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta seção serão abordados os resultados e bem como as discussões acerca do estudo proposto.

### **2.1 Ferramentas para desenvolvimento de Ontologias**

As ontologias têm um papel fundamental no processo de desenvolvimento da Web Semântica, sendo assim utilizar os melhores recursos

e ferramentas disponíveis para construí-las é uma necessidade, pois, são através delas que se representa, formaliza e compartilha conhecimento.

Berners-lee e Hendler (2001) afirmam que as ontologias são geralmente criadas por especialistas, e a sua estrutura é baseada em conceito e relacionamentos semânticos entre eles.

O quadro 3 listas algumas ferramentas de construção de ontologias, apontado suas principais funcionalidades.

**Quadro 3 - COMPARAÇÃO ENTRE EDITORES DE ONTOLOGIAS**

|                              | <b>Apollo</b>                     | <b>Hozo</b>                 | <b>OntoStudio</b>                         | <b>Protégé</b>                     | <b>TopBraid</b>                         |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|------------------------------------|---|
| <b>Desenvolvedor</b>         |                                   |                             |   |                                    |   |
| <b>Licença</b>               | Código Aberto                     | Software Proprietário       | Software Proprietário                     | Código Aberto                      | Software Proprietário                   |
| <b>Extensibility</b>         | Plug-ins                          | Não                         | Plug-ins                                  | Plug-ins                           | Plug-ins                                |
| <b>Import/export</b>         | Apollo Meta language , OCML, CLOS | XML(S), RDF(S), OWL, outros | XML(S), RDF(S), OWL, Diagrama UML, outros | XML(S), OWL, RDF(S), Excel, outros | RDFa, WOL, RDF(s), XHTML, Excel, outros |
| <b>Taxonomia gráfica</b>     | Não                               | Sim                         | Sim                                       | Sim                                | Não                                     |
| <b>Trabalho colaborativo</b> | Não                               | Sim                         | Sim                                       | Sim                                | Sim                                     |
| <b>Permite Zoom</b>          | Não                               | Sim                         | Sim                                       | Sim                                | Não                                     |

Fonte: <http://ceweb.br/livros/dados-abertos-conectados/capitulo-4/#sh4.3>

É importante salientar que essas ferramentas expostas no quadro 3 não são muito utilizadas atualmente, sendo que a Protégé é a mais utilizada de todas.

Nesse estudo vamos abordar duas ferramentas de modelagem de ontologias, sendo um de licença aberta e um software proprietário.

- Aberto: Protégé
- Proprietário: Ontostudio

### 2.1.1 Protégé versão Web

O Protégé é uma ferramenta muito utilizada para a construção de ontologias por diversos fatores, como: Ferramenta livre (ou seja, sem a necessidade de aquisição de uma licença para uso), possível desenvolver

ontologias na linguagem OWL, recomendada pela W3C, possível que várias pessoas possam editar uma ontologia de forma simultânea. Segundo Morais e Ambrósio (2007), é uma aplicação *standalone*, composta por um editor de ontologia e uma biblioteca de plugins com diversas funcionalidades. É compatível com XML(S), OWL, RDF(S) e Excel e foi desenvolvida por Stanford Center for Biomedical Informatics Research da Stanford University School of Medicine.

Existem duas formas de utilizar o Protégé: instalando a sua versão que pode ser encontrada para *download no site* <http://protege.stanford.edu/> e realizar uma instalação local, bem como utilizar sua versão online, como pode ser observado na imagem 09.

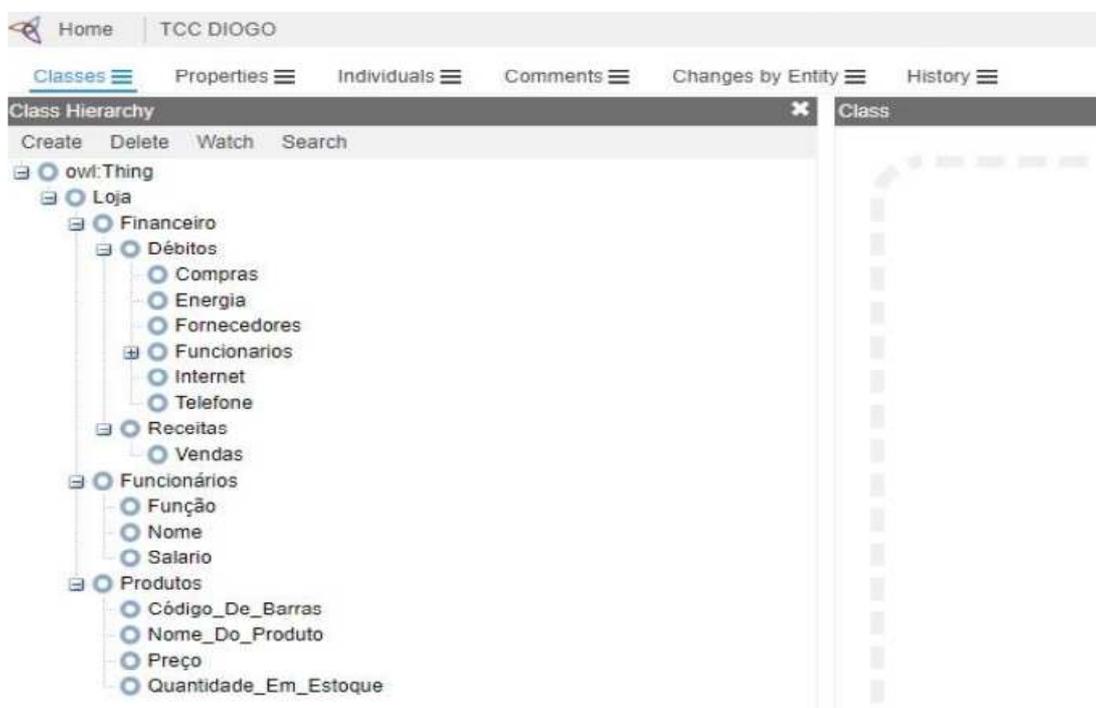
Imagem 09 - Interface do site da Stanford que disponibiliza o Software Protégé



Fonte: [http://mba.eci.ufmg.br/onto\\_frames/#develop\\_examples](http://mba.eci.ufmg.br/onto_frames/#develop_examples)

A interface da versão web do Protégé é muito intuitiva e segue o mesmo padrão da versão para instalação local, com menos os recursos disponíveis, já que nessa versão não é possível utilizar *plugins*, como por exemplo, o *ontograf*. A imagem 10 mostra as principais funcionalidades encontradas na versão web do Protégé como *classes*, *properties*, *individuals*.

Imagem 10 - Versão web do plug-in Protégé



Fonte: Próprio Autor

A tela principal do Protégé é formada de *tabs* (etiquetas) que apresentam características da base de conhecimento. A etiqueta mais importante ao se iniciar um projeto é a etiqueta *Classes*. As classes normalmente correspondem a objetos, ou a tipos de objetos no domínio. Por exemplo, em uma loja, como mostra a imagem 10, as classes podem ser pessoas, como vendedores; e componentes da loja, como produtos.

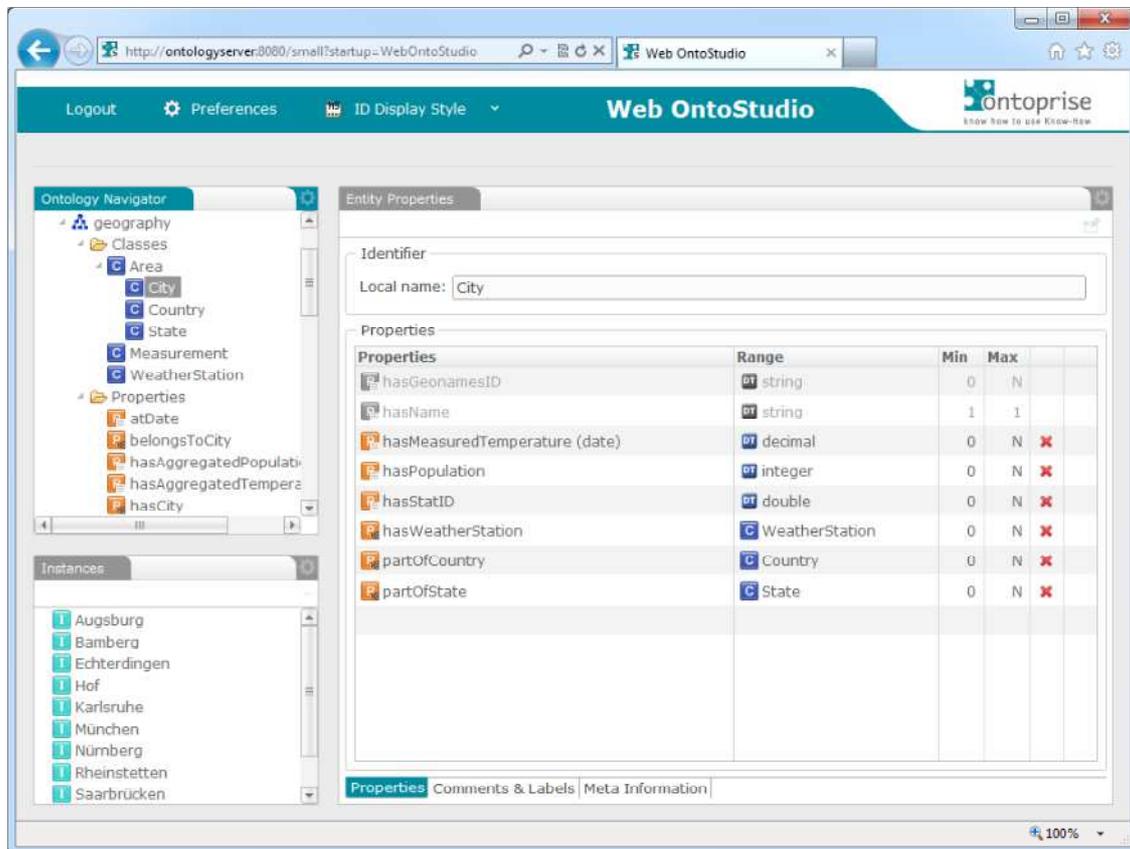
Horrige (2008) afirma que as classes no Protégé são mostradas em uma hierarquia com heranças e apresentadas em um *Class Browser* (Navegador de Classes) do lado esquerdo da etiqueta *Classes*. As propriedades da classe selecionadas no momento são apresentadas no *Class Editor* (Editor de Classes), à direita.

### 2.1.2 OntoStudio

O OntoStudio é uma ferramenta proprietária muito comum para desenvolvimento e manutenção de ontologias. Destaca-se por suas funcionalidades, sendo possível importar diversas estruturas, esquemas e

modelos de ontologias. Possibilita através de sua ferramenta de mapeamento combinar estruturas heterogêneas de forma rápida e intuitiva.

Imagem 11 - Versão web do OntoStudio



Fonte: [http://www.semaforasystems.com/uploads/pics/webontostudio\\_01](http://www.semaforasystems.com/uploads/pics/webontostudio_01)

O Ontostudio é compatível com os seguintes formatos:

- CORUJA;
- RDF (S);
- RIF;
- ObjectLogic.

Além disso, existem as seguintes opções de importação:

- UML 2.0;
- Esquemas de banco de dados (Oracle, MS-SQL, DB2, MySQL);
- Tabelas do Excel;
- Outlook E-Mails;
- Estruturas de pastas do sistema de arquivos.

Apesar de o OntoStudio ser uma opção paga para desenvolvimento e

manutenção de ontologias, torna-se uma boa opção devido às suas diversas funcionalidades e reconhecimentos de várias linguagens.

## 2.2 Linguagem de ontologias da Web

Nesta seção, será abordada a linguagem de Ontologia web recomendada pela W3C, OWL (Ontology Web Language), considerada a linguagem de ontologias da Web mais utilizada para o desenvolvimento de aplicações baseadas na Web Semântica.

Segundo afirma Isotani e Bittecourt (2014), OWL é uma linguagem baseada nas especificações do RDF/RDF-S. Isto quer dizer que OWL, por um lado, herda as características do RDF como a estrutura baseada em triplas e a descrição de recursos com URI, e, por outro lado, herda a semântica descrita no Esquema RDF.

Harmelen e McGuinness (2005) dividem a OWL em três sub-linguagens:

- **OWL Lite:** é uma sub-linguagem da OWL DL que usa somente algumas características da linguagem OWL e possui mais limitações do que OWL DL ou OWL Full;
- **OWL DL:** é usada por usuários que queiram o máximo de expressividade, com completude (todas as conclusões são garantidas serem computáveis) e decidibilidade (todas as computações terminarão em um tempo finito) computacional. Ela inclui todas as construções da linguagem OWL, mas essas podem ser usadas somente segundo certas restrições. A sigla DL possui correspondência com a lógica descritiva (*description logics*), uma área de pesquisa que estuda um fragmento particular da lógica de primeira ordem;
- **OWL Full:** é usada por usuários que queiram o máximo de expressividade e independência sintática de RDF, sem nenhuma garantia computacional. A OWL Full e a OWL DL suportam o mesmo conjunto de construções da linguagem OWL, embora com restrições um pouco diferentes. Enquanto a OWL DL impõe restrições sobre o uso de RDF e requer disjunção de classes, propriedades, indivíduos e valores de dados, a OWL Full permite

misturar OWL com RDF Schema e não requer a disjunção de classes, propriedades, indivíduos e valores de dados. Isto é, uma classe pode ser ao mesmo tempo uma classe e um indivíduo.

A linguagem OWL serve para representar conhecimento. Sendo assim, as noções básicas para modelar conhecimento em OWL, segundo afirma Hitzler et al (2012), são três:

- Entidades: elementos usados para referenciar um objeto do mundo real. Mediante as entidades, os termos primitivos de uma determinada ontologia são definidos;
- Expressões: combinação de entidades para formar descrições mais complexas, formadas por meio das expressões criadas pelos termos primitivos;
- Axiomas: declarações básicas que uma ontologia em OWL expressa. Por meio da utilização dos axiomas, pode-se fazer inferências sobre as entidades.

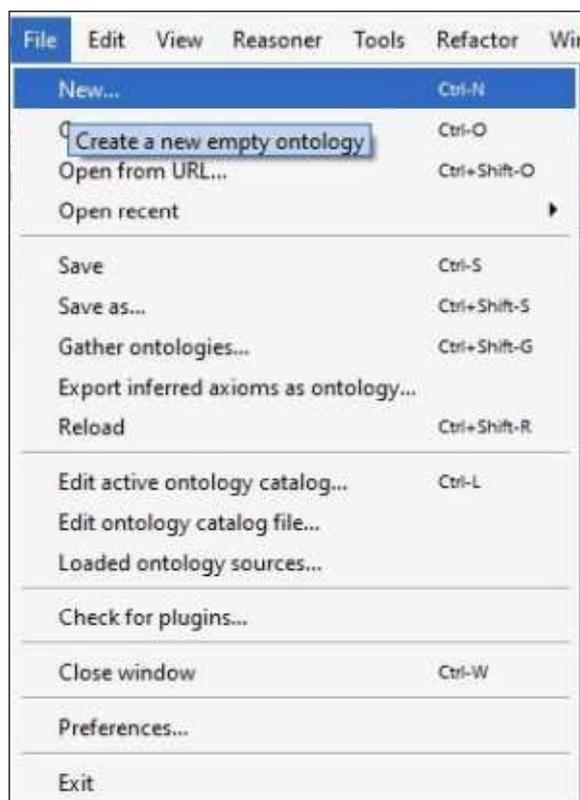
A OWL foi desenvolvida a fim de prover uma linguagem de ontologia que pudesse descrever, de forma natural, as classes e os relacionamentos entre elas, nos documentos e aplicações web da atualidade.

### 2.3 Desenvolvimento de uma ontologia utilizando a ferramenta Protégé

Nesta seção será iniciado o desenvolvimento da Ontologia, para isso a ferramenta Protégé será utilizada em sua versão 5.2.0, usando o *plugin* Protégé OWL.

Na imagem 12, observa-se a tela inicial do Protégé. Nela é possível criar um novo projeto, abrir um projeto já existente, salvar projetos e realizar outras ações, que não são relevantes para este trabalho. Para iniciar um novo projeto, pode-se selecionar a opção **file** depois escolher **new**, em seguida será aberta a interface para criação de uma Ontologia.

Imagem 12 - Criação de um novo Projeto no Protégé

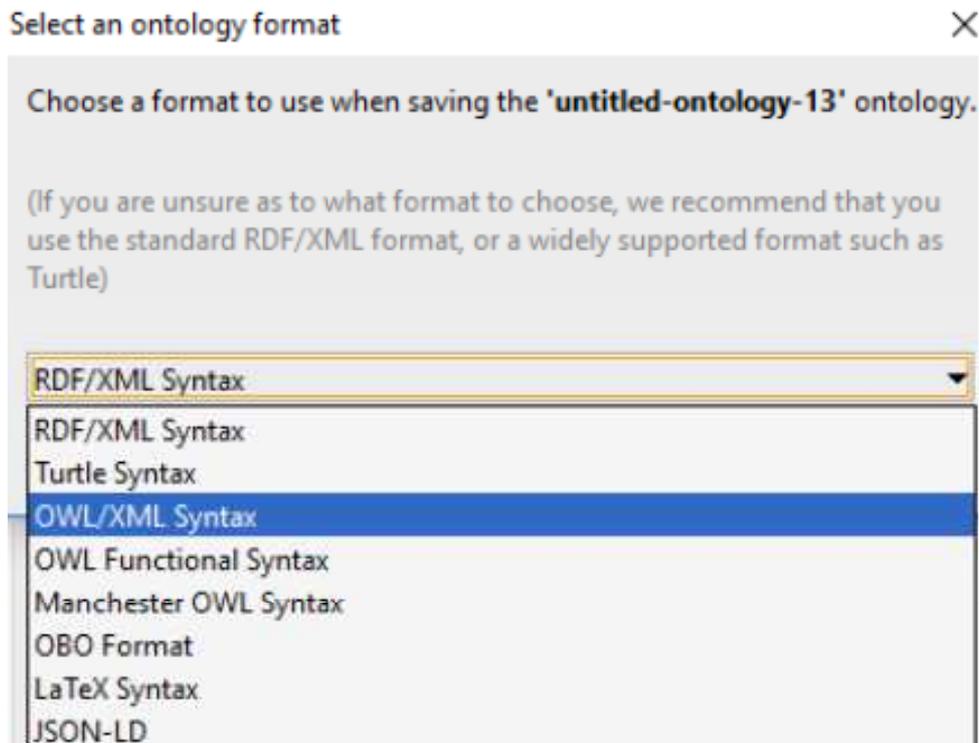


Fonte: Próprio Autor

Observando a imagem 12, a opção **open** (abrir) serve para abrir um novo projeto, e a opção **save** (salvar) serve para salvar um projeto que foi criado ou modificado.

Ainda na imagem 11, a opção **save as** (salvar como), ao ser selecionada, abre uma nova janela, com diversas opções. Por padrão, o Protégé em sua versão 5.2 por padrão salva os projetos na opção **RDF/XML syntax**, mas para a esse estudo o formato escolhido será **OWL/XML syntax**, por ser a linguagem recomendada pela W3C, desde fevereiro de 2004, sendo que ela facilita máquinas fazer a interpretação dos conteúdos web. É baseada na sintaxe do extensible Markup Language (XML) e Resource Description Framework Schema (RDFS), tratando-se de uma revisão da linguagem DAML+OIL. (Heinzle, 2011, p. 115). A imagem 13 mostra os formatos disponíveis no Protégé 5.2.

Imagem 13 – Formatos disponíveis no Protégé 5.2



Fonte: Próprio Autor

Observe o trecho abaixo do cabeçalho de um código uma ontologia, na segunda linha de código percebe-se então a declaração da linguagem OWL.

Imagem 14 - Cabeçalho de uma ontologia OWL

```

1 <?xml version="1.0"?>
2 <Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
3   xml:base="http://www.semanticweb.org/DiogoAlves/ontologies/2017/6/untitled-ontology-2"
4   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
5   xmlns:xm1="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
6   xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
7   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
8   ontologyIRI="http://www.semanticweb.org/simonecamboim/ontologies/2017/6/untitled-ontology-2">
9   <Prefix name="" IRI="http://www.semanticweb.org/DiogoAlves/ontologies/2017/6/untitled-ontology-2#"/>
10  <Prefix name="owl" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#" />
11  <Prefix name="rdf" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" />
12  <Prefix name="xm1" IRI="http://www.w3.org/XML/1998/namespace" />
13  <Prefix name="xsd" IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" />
14  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" />

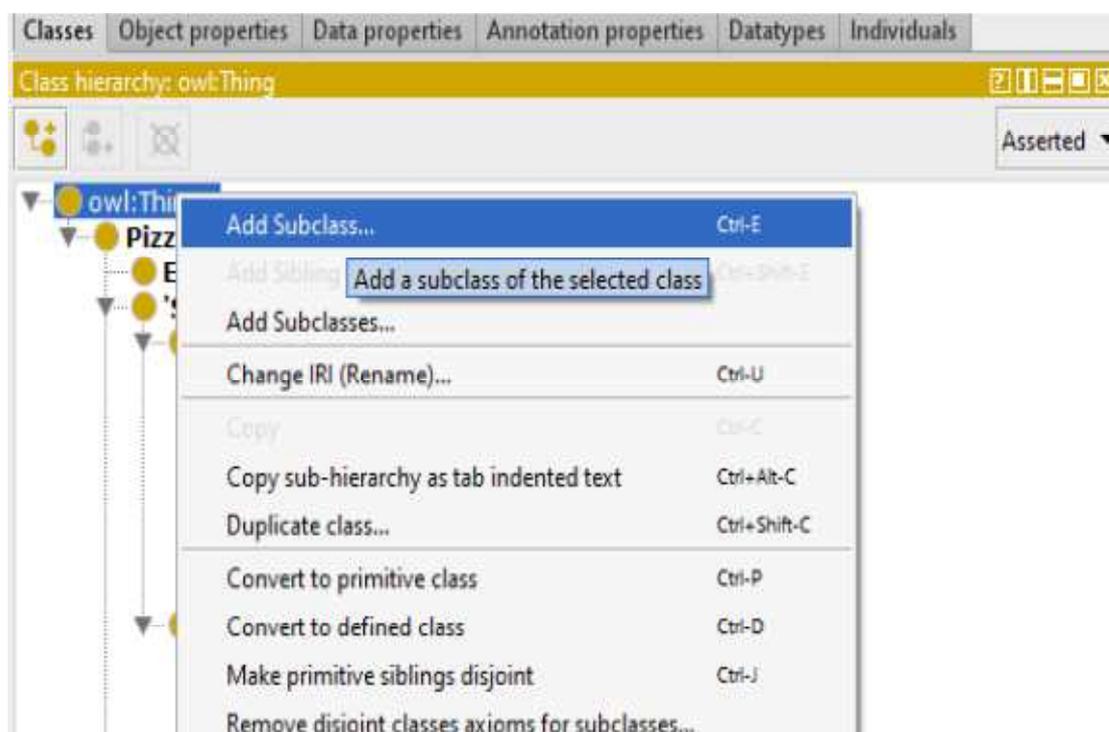
```

Fonte: Próprio Autor

Todas as classes criadas são subclasses da Classe **owl:thing**, ela representa todos os indivíduos da Ontologia. O primeiro passo para implementar uma ontologia é criar as classes, para isso basta selecionar a opção **entities** (entidades), e depois **Classes**.

Para criar uma classe deve-se clicar com botão direito do mouse na opção owl:thing, e selecionar a opção **add subclasse** ou **ctrl+E**, como é possível observar na imagem 15.

Imagem 15 – Criação de uma classe no Protégé



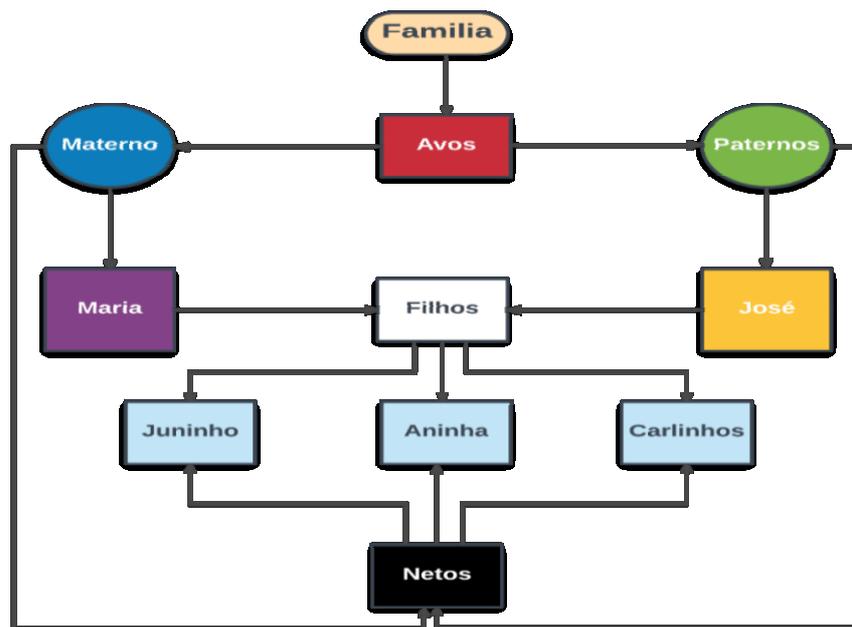
Fonte: Próprio Autor

Pode-se também renomear a classe clicando na opção **Change IRI(Rename)**, como observado na imagem 15.

### 2.3.1. Definindo as entidades

Para este projeto será desenvolvida uma ontologia para a árvore genealógica de uma família, para isso é necessário definir as entidades, ou seja, classes. O fluxograma com todas as entidades do projeto pode ser observado na imagem 15.

Imagem 16 - Fluxograma com o relacionamento entre as entidades

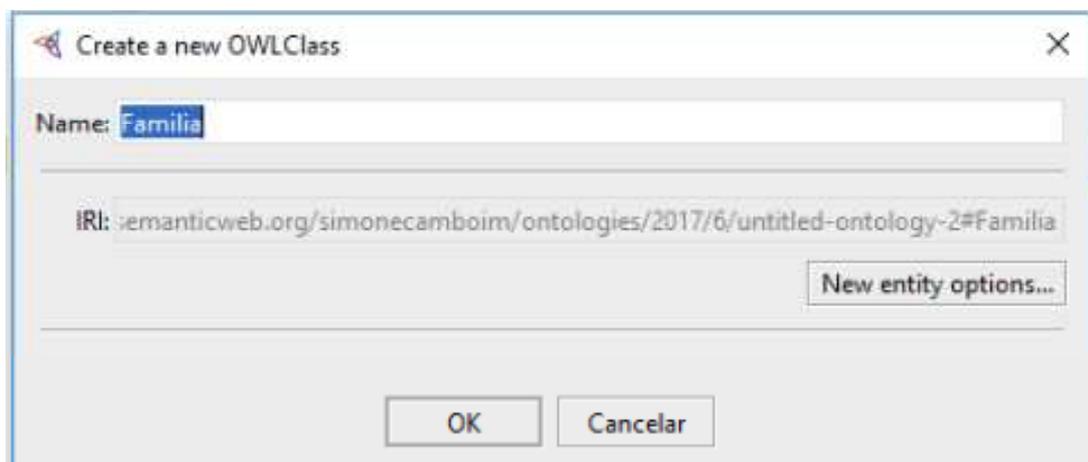


Fonte: Próprio Autor

Na imagem 16, podem ser observados todos os relacionamentos que serão criados no Protégé.

Com base no fluxograma, é possível dar início à criação das classes. Ao selecionar a opção **owl:Thing**, que é a classe “mãe” padrão do Protégé, e clicar com o botão direito sobre ela, e logo em seguida selecionar a opção **Add Subclasses**. A primeira Classe a ser criada será a classe Família. Observe na Imagem 17.

Imagem 17 – Criando uma classe no Protégé

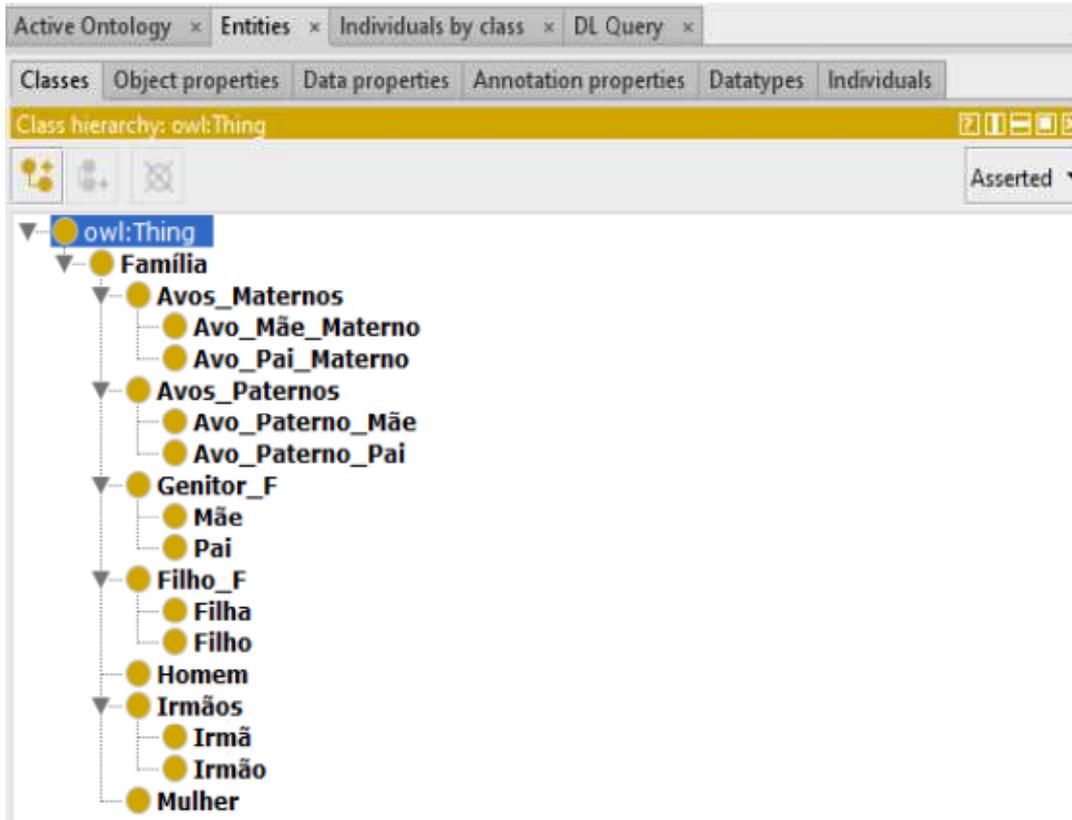


Fonte: Próprio Autor

Esse processo será repetido para criação de todas as classes do

projeto, sendo que ao final do projeto, como demonstra a imagem 18, todas as classes criadas estarão organizadas na **Class hierarchy** (hierarquia de classes). Não existem normas para criação de classes, mas o ideal e recomendado é que a primeira letra da classe seja escrita em maiúsculo.

Imagem 18 – Hierarquia de Classes

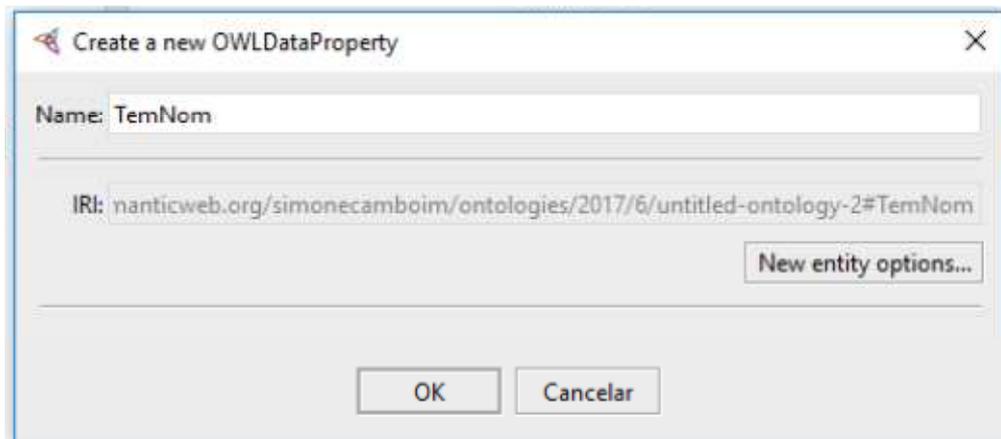


Fonte: Próprio Autor

### 2.3.2. Definindo os atributos

Para definir os atributos das classes vamos na opção **data properties** (Propriedades dos dados), como se pode observar na imagem 19 abaixo:

Imagem 19 – Definindo atributos



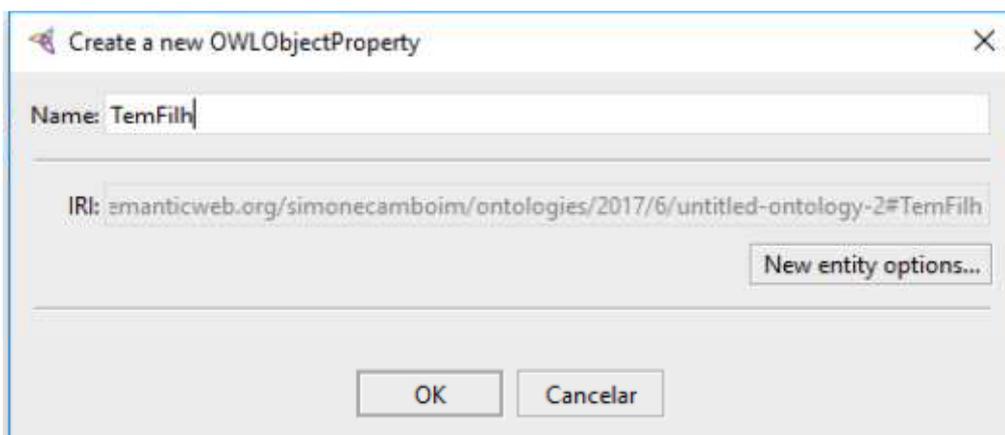
Fonte: Próprio Autor

Após definir os atributos, pode-se definir os relacionamentos entre as entidades.

### 2.3.3. Definindo os relacionamentos

Para definir os relacionamentos, a opção a ser selecionada é a **object properties** (propriedades do objeto), como demonstrado nas imagens 20 e 21 abaixo:

Imagem 20 – Criação dos Objetos das Propriedades



Fonte: Próprio Autor

Imagem 21 – Objetos criados



Fonte: Próprio Autor

No trecho de código abaixo temos parte dos relacionamentos definidos para a ontologia gerada:

Imagem 22 - Parte da ontologia gerada com o Protégé

```

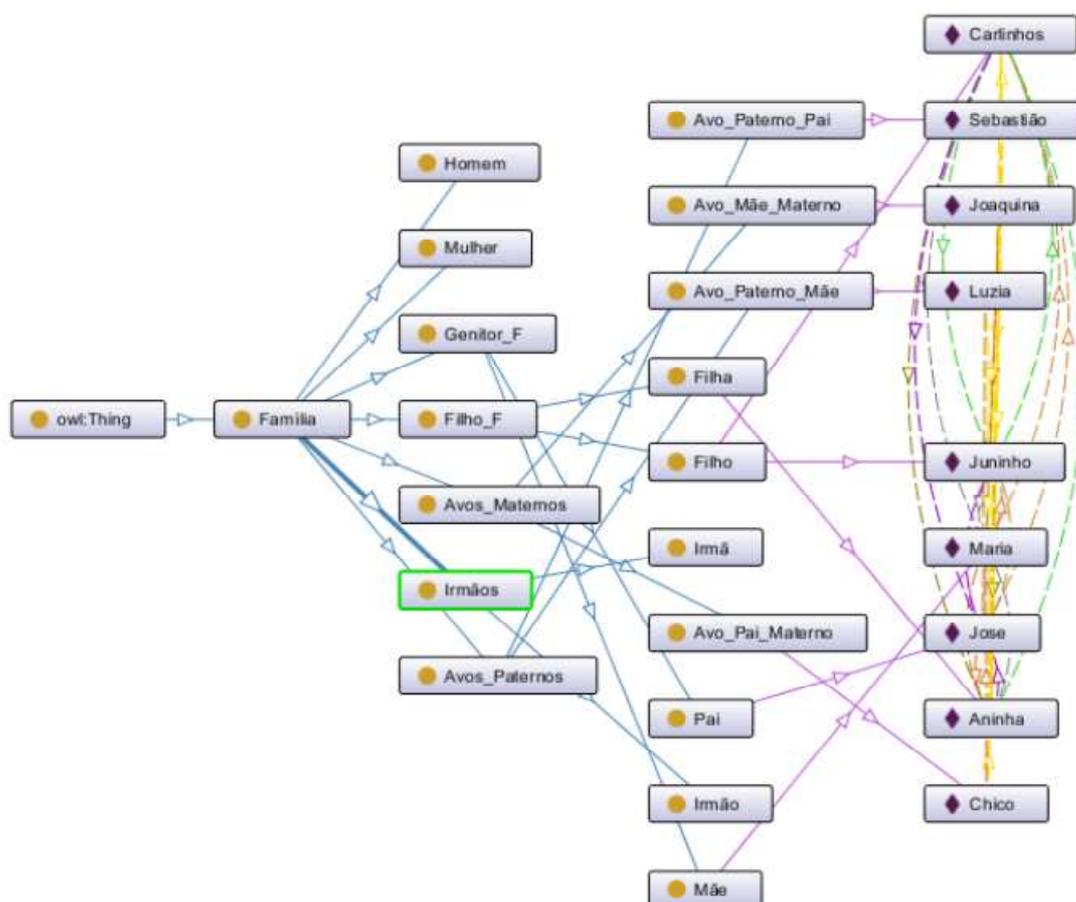
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemMãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemPai"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmão"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemMãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>

```

Fonte: Próprio Autor

A imagem 23 demonstra como ficaram todos os relacionamentos das classes criadas para a ontologia Família:

Imagem 23 - Relacionamentos da ontologia Família



Fonte: Próprio autor

Após criar os objetos, é possível então realizar os relacionamentos, na opção **instances** ou **individuals**. Acessando o painel **property assertions**, pode-se definir os relacionamentos.

As classes a serem criadas são **família**, **Avos\_Maternos** (Avo\_Mãe\_Materno, Avo\_Pai\_Materno) **Avos\_Paternos** (Avo\_Mãe\_Paterno, Avo\_Pai\_Paterno), **Genitor\_F** (Pai e Mãe), **Filho\_F** (Filho, Filha), **Irmãos** (irmã, Irmão), como pode ser observado na imagem 18. São definidas também as propriedades dos objetos: TemNetos, TemFilho\_D (TemFilha, TemFilho), TemGenitor (TemMãe, TemPai) TemIrmão\_D (Temirmão, Temirmã). Definimos as **instances** Avós Paternos (Sebastião, Luzia) Avós Maternos (Chico, Joaquina), Pai (Jose) Mãe (Maria) Filhos (Aninha, Carlinhos e Juninho).

Pode ser observado na imagem 24 o relacionamento de Chico (avó

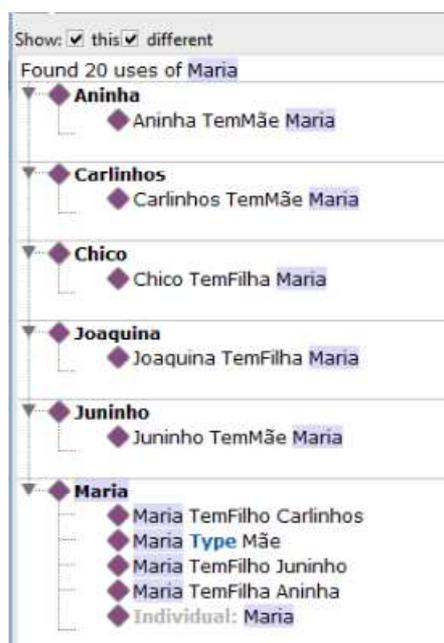
materno), perceba que ele é “pai” de Maria, tem “netos”, Aninha, Carlinhos e Juninho. Já na imagem 25, observa-se o relacionamento de Maria, que tem “Pai” (chico), e “filhos” Aninha, Carlinhos e Juninho. Não se faz necessário expor todos os relacionamentos, tendo em vista que seguem a mesma lógica.

Imagem 24 - Relacionamento *instace* Chico



Fonte: Próprio Autor

Imagem 25 – Relacionamento *instace* Maria



Fonte: Próprio Autor

Existem outras possibilidades de uso do Protégé para criar ontologias, e isso para o desenvolvimento web é muito valioso, visto que organizar os dados web a cada dia se torna uma tarefa complicada. Desta forma, organizar

semanticamente os termos em uma página web é de particular interesse para aplicações específicas, e essa ferramenta permite que seus usuários editem ontologias. Protégé também fornece um banco de dados *back-end* altamente escalável, permitindo aos usuários criar ontologias com centenas de milhares de classes (KNUBLAUCH et al., 2004, p. 4).

#### 2.3.4 Casos de uso da ferramenta Protégé

A ferramenta foi desenvolvida pelo Centro Stanford de Pesquisa em Informática Biomédica (BMIR), que desenvolve ferramentas de ponta para adquirir, representar e processar informações sobre saúde humana. A ferramenta Protégé é utilizada atualmente pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que, com a ajuda do Centro Nacional de Ontologia Biomédica criou um aparato tecnológico objetivando o desenvolvimento de um banco de informações sobre Doenças em todo o mundo.

A ferramenta Protégé é utilizada em diversas Universidades no mundo, e atualmente estima-se que 119 mil pessoas a utilizem para desenvolvimento ou aprimoramento de ontologias.

Apesar de a língua inglesa ser hoje uma língua mundial, é possível que, com a inserção de novos idiomas na ferramenta, novas pessoas e organizações passariam a utilizá-la. Outro desafio encontrado com relação a este trabalho é que as referências bibliográficas encontradas relacionadas ao uso da ferramenta em sua maioria estavam em língua inglesa, sendo que, de maneira geral, ainda não existiam muitos trabalhos relacionados para a implementação de ontologias no Brasil. Por isso é muito importante para o desenvolvimento deste campo de pesquisa que sejam realizados novos estudos para desenvolvimento, aprimoramento, e organização de dados estruturados semanticamente.

## CONCLUSÃO

A web Semântica traz um novo paradigma para a internet, e mesmo encontrando-se ainda em fase de desenvolvimento, de modo que alguns requisitos necessitem ser atendidos, percebe-se que o uso de semântica nos documentos pode trazer múltiplos benefícios para a web. Dois desses benefícios são a realização de documentos bem estruturados semanticamente e o uso de agentes inteligentes para melhorar as buscas e as novas possibilidades na integração homem e máquina, visto que a proposta da web semântica é justamente essa: proporcionar uma linguagem que venha a ser compreendida entre homens e máquinas.

Os resultados obtidos utilizando a ferramenta Protégé podem ser classificados como satisfatórios, visto que ela atendeu as metas as quais foram propostas para esse estudo. Utilizamos a versão 5.2 da ferramenta, em inglês, e o seu uso é bastante simplificado. Mesmo não utilizando todas as funcionalidades da ferramenta, tais como plug-ins e integração com SPARQL, pode-se perceber que se trata de uma ferramenta muito poderosa, além de ser de código aberto.

Todos os objetivos propostos nesse estudo foram alcançados e, ao comparar a web 1.0 e 2.0, conclui-se que, no início da web, ou seja, na web 1.0, os dados eram estáticos, não existindo interação entre usuários, mas apenas uma relação entre clientes e servidores. Com o surgimento da web 2.0, ou a chamada era das redes sociais, foi possível estabelecer uma maior interação entre os usuários, pois através de *chats* e salas de bate-papos, os usuários podiam interagir entre si e em grupos. Neste estudo, foi demonstrada a estrutura da web Semântica atual e foram apontadas vantagens decorrentes dessa estrutura – no entanto, apesar de todas as características positivas desta estrutura, é válido destacar que a mesma ainda é uma proposta, não se encontrando completamente implantada.

No desenvolvimento de uma ontologia na ferramenta Protégé foi possível compreender como a implementação de ontologias podem melhorar e organizar os dados de forma mais estruturada. Para trabalhos futuros será importante observar de forma mais aprofundada as especificidades da web semântica, assim como suas ramificações e necessidades de completude,

especialmente em locais de larga escala de uso de Internet, como em sites comerciais de Internet.

Portanto, esse estudo contribui de forma significativa para o esclarecimento da ferramenta proposta, bem como para entender como a estruturação de ontologias semânticas afetam a web atualmente. Foi abordado de forma mais aprofundada o universo da web, possibilitando compreender os processos de busca de informações, a evolução da web ao longo dos anos, e como as ontologias organizam o conhecimento.

## REFERÊNCIAS

BERNERS-LEE, T. *Semantic Web - XML 2000*. 2000. Disponível em: <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl>. Acesso em: 18 maio de 2017.

BERNERS-LEE, T; HENDLER, J; O., L. The semantic web. *Scientific American*, 05 2001.

BLATTMANN, Ursula; SILVA, Fabiano Couto Corrêa da. Colaboração e interação na web 2.0 e biblioteca 2.0. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis*, v. 12, n. 2, 2007.

BRAVO, H. La Web 3.0 añade significado. 2007. Disponível em: [http://www.crdasesores.com/\\_Contenido/noticias/PDF/0711\\_la\\_web.pdf](http://www.crdasesores.com/_Contenido/noticias/PDF/0711_la_web.pdf). Acesso em: 20 julho 2017.

BRICKLEY, D.; MILLER, L. FOAF Vocabulary Specification 0.99: Namespace Document 14 January 2014 - Paddington Edition. 2014. Disponível em: <<http://xmlns.com/foaf/spec/>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2017.

CARTER, Jamie; Goodbye apps, hello smart agents: Are you ready for the post-app world?; 2015. Disponível em <http://www.techradar.com/news/world-of-tech/future-tech/goodbye-apps-hello-smart-agents-are-you-ready-for-the-post-app-world-1309611> acesso em 11 de mar. 2017.

CASTELLS, Manuel. *A galáxia da Internet: reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

COUTINHO, Clara Pereira; BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. Blog e Wiki: Os Futuros Professores e as Ferramentas da Web 2.0. In: *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA*, 9., 2007, Porto, Portugal. *Blog e Wiki: Os Futuros Professores e as Ferramentas da Web 2.0*. Porto, Portugal: SIIE, 2007. p. 199 - 204.

DAMIÃO, Mateus Araujo; CAÇADOR, Rodrigo Menezes Costa; LIMA, Sérgio Muinhos Barroso; PRINCÍPIOS E ASPECTOS SOBRE AGENTES INTELIGENTES; disponível em <http://re.granbery.edu.br> – Acesso em 15 de março de 2017.

DEVEDZIC, V. (2006) Semantic Web and Education. Springer.

DIAS, Tatiane Domingos; SANTOS, Neide.: Web Semântica: Conceitos Básicos e Tecnologias Associadas. 2013.

DZIEKANIAK, Gisele Vasconcelos; KIRINUS, Josiane Boeira. WEB SEMÂNTICA. Enc. Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf., Florianópolis, n.18, 2º sem. 2004

FERNEDA, E. Recuperação de Informação: Análise sobre a contribuição da Ciência da Computação para a Ciência da Informação. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Escola de Comunicação e Artes, 2003.

FILHO, F. W.; LÓSCIO, B. F. Web Semântica: Conceitos e Tecnologias. 2009.

GARCIA, Thais Xavier. Tecnologias Web 2.0 em unidades de informação: serviços disponibilizados na biblioteca 2.0. 2009. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Biblioteconomia, Departamento de Ciência da Informação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRACIO, José Carlos Abbud. Metadata for the description of Internet resources: Dublin Core standard, applications and interoperability. 2002. 127 p. Dissertation (Master Degree in Information Science) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília. 2002.

Hayes-Roth, B. An Architecture for Adaptive Intelligent Systems, Artificial Intelligence: Special Issue on Agents and Interactivity, vol. 72, pp. 329-365.

HEINZLE, Roberto. Um modelo de engenharia do conhecimento para sistemas de apoio a decisão com recursos para raciocínio abdutivo. 2011. 251 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HITZLER, P. et al. OWL 2 Web Ontology Language (Primer). [S.l.]: W3C. 2012.

HORRIDGE, M. et al. Um guia prático para a construção de ontologias OWL,

plugin Protégé-OWL 3.4. Trad. SOARES, D.R.; ALMEIDA, M.B. Disponível na Internet <[www.eci.ufmg.br/mba/](http://www.eci.ufmg.br/mba/)>, 2008. 100p. (Original inglês).

HORROCKS, I., et al. Semantic web architecture: stack or two towers? In: FAGES, F.; SOLIMAN, S. (Ed.). Principles and Practice of Semantic Web Reasoning, (PPSWR 2005), no. 3703 in LNCS, 2005. p. 37-41.

ISOTANI, Seiji; BITTENCOURT, Ig Ibert; Sintaxe da linguagem OWL; disponível em <http://ceweb.br/livros/dados-abertos-conectados/capitulo-3/#sh3.3.1>. Acesso em 20 de julho de 2017.

KNUBLAUCH, Holger; et al. The Protégé OWL Plugin: An Open Development Environment for Semantic Web Applications. ISWC, 2004. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/plugins/owl/publications/ISWC2004-protege-owl.pdf>>. Acesso em: 30 agosto de 2017.

LAUFER, Carlos; Web Semântica – Disponível em <http://ceweb.br/guias/web-semantica//capitulo-4/> acesso em 20 de junho de 2017.

LÓSCIO B. F. XML: Conceitos e Aplicações. Escola Regional de Computação Ceará - Maranhão – Piauí. 2007. Ceará, Brasil.

MCGUINNESS, Deborah L.; HARMELEN, Frank Van. OWL Web Ontology Language Overview. The World Wide Web Consortium (W3C). 2004. Disponível em: < <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/> >. Acesso em: 05 de maio 2017.

MINAYO, M. C. S. O desafio do conhecimento. Pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MORAIS, E. A; AMBRÓSIO, M. A. P. L.; Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens.

MORI, Alexandre; CARVALHO C. L. de; Metadados no Contexto da Web Semântica; 2004.

O'REILLY, Tim. What is Web 2.0: design patterns and business models for the next generation of software. 2005. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2014v19n39p153>

acesso em 27 de Fev. 2017.

RAMALHO, R. A. S.; VIDOTTI, S. A.B.G; FUJITA; M. S. L. Web semântica: uma investigação sob o olhar da Ciência da Informação. DataGramaZero, v.8, n. 6, 2007. Disponível em: <[http://www.dgz.org.br/dez07/Art\\_04.htm](http://www.dgz.org.br/dez07/Art_04.htm)> Acesso em: 10 jun. 2016.

RAMALHO, Rogério Aparecido Sá; Web semântica: uma investigação sob o olhar da Ciência da Informação; DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação - v.8 n.6 dez/07.

ROCHA, Maria Célia Furtado; PEREIRA, Gilberto Corso. De consumidor a produtor de informação: participação pública no contexto da nova cultura tecnológica. Cadernos PPG-AU/FAUFBA, v. 1, p. 73-86, 2010. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/ppgau/article/viewFile/5113/3702>>. Acesso em: 11 maio 2017.

ROCHA, Rafael Port da; Metadados, Web Semântica, Categorização Automática: combinando esforços humanos e computacionais para a descoberta e uso dos recursos da web; 2004.

ROSA, P. A. *Web Semântica*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística, dez. 2002.

SABINO, J. Web 3.0 e Web semântica – do que se trata? <[http://www.sgmf.pt/Arquivo/Revista/Paginas/Web 3.0.aspx](http://www.sgmf.pt/Arquivo/Revista/Paginas/Web%203.0.aspx)> Acesso em 05 de maio de 2016.

SANTOS, Monick Trajano dos; Estudo do processo de apropriação da ontologia pela Ciência da Informação no Brasil / Monick Trajano dos Santos. Recife: O Autor, 2014. Disponível em <http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12945>, acesso em 21 de mar. 2017.

SEGUNDO, J. E. S. Linguagem xml como base na busca da interoperabilidade e organização da informação. *Simpósio em filosofia e ciências.*, 2003.

SOUZA, Nívea Câmara Rocha Dde; O Marketing digital nas bibliotecas Universitárias Públicas De Salvador. Disponível em [https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/21203/1/Nivea%20Camara%20Rocha%](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/21203/1/Nivea%20Camara%20Rocha%20Marketing%20Digital%20nas%20Bibliotecas%20Universitarias%20Publicas%20De%20Salvador.pdf)

20de%20Souza%20-%20DISSERTACAO.pdf. Acesso em 03 de mar. 2017.

SUGAI, André; Muito além do Google: Baidu, Qwant, Bing, Yahoo! e mais buscadores online, disponível em <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/muito-alem-do-google-baidu-qwant-bing-yahoo-e-mais-buscadores-online.html>>, acesso em 03 de março de 2017.

TREIN, D.; SCHIEMMER, E. Projetos de aprendizagem no contexto da Web 2.0: possibilidades para a prática pedagógica, 2008. In. I Seminário Webcurrículo PUC-SP. São Paulo, 2008.

## APÊNDICES

## Código da ontologia desenvolvida na Ferramenta Protégé 5.2

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xml:base="http://www.semanticweb.org/simonecamboim/ontologies/2017/6/untitled-ontology-2"
```

```
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
```

```
ontologyIRI="http://www.semanticweb.org/simonecamboim/ontologies/2017/6/untitled-ontology-2">
```

```
<Prefix name=""
IRI="http://www.semanticweb.org/simonecamboim/ontologies/2017/6/untitled-ontology-2#"/>
```

```
<Prefix name="owl" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#"/>
<Prefix name="rdf" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"/>
<Prefix name="xml" IRI="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"/>
<Prefix name="xsd" IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"/>
<Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"/>
```

<Declaration>

    <Class IRI="#Irmão"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <Class IRI="#Avos\_Paternos"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <ObjectProperty IRI="#TemGenitor"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <ObjectProperty IRI="#TemIrmão\_D"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <Class IRI="#Avo\_Pai\_Materno"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <Class IRI="#Irmã"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <Class IRI="#Irmãos"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <ObjectProperty IRI="#TemFilha"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <Class IRI="#Mãe"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <ObjectProperty IRI="#TemMãe"/>

</Declaration>

<Declaration>

    <Class IRI="#Filho\_F"/>

```
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Avos_Maternos"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Avo_Paterno_Pai"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#TemNome"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Genitor_F"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilho"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilho_D"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#TemPai"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Pai"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Filho"/>
</Declaration>
```

```
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Chico"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Sebastião"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Joaquina"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmã"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Filha"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Luzia"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmão"/>
</Declaration>
<Declaration>
```

```
<Class IRI="#Avo_Mãe_Materno"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <DataProperty IRI="#TemSexo"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Família"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#Avo_Paterno_Mãe"/>
</Declaration>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Avo_Mãe_Materno"/>
  <Class IRI="#Avos_Maternos"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Avo_Pai_Materno"/>
  <Class IRI="#Avos_Maternos"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Avo_Paterno_Mãe"/>
  <Class IRI="#Avos_Paternos"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Avo_Paterno_Pai"/>
  <Class IRI="#Avos_Paternos"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Avos_Maternos"/>
  <Class IRI="#Família"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Avos_Paternos"/>
```

```
    <Class IRI="#Família"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Filha"/>
    <Class IRI="#Filho_F"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Filho"/>
    <Class IRI="#Filho_F"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Filho_F"/>
    <Class IRI="#Família"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Genitor_F"/>
```

```
<Class IRI="#Família"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Irmã"/>
    <Class IRI="#Irmãos"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Irmão"/>
    <Class IRI="#Irmãos"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Irmãos"/>
    <Class IRI="#Família"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
    <Class IRI="#Mãe"/>
```

```
<Class IRI="#Genitor_F"/>
</SubClassOf>
<SubClassOf>
  <Class IRI="#Pai"/>
  <Class IRI="#Genitor_F"/>
</SubClassOf>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Filha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Filho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Avo_Pai_Materno"/>
  <NamedIndividual IRI="#Chico"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Avo_Mãe_Materno"/>
  <NamedIndividual IRI="#Joaquina"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Pai"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Filho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Avo_Paterno_Mãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Luzia"/>
</ClassAssertion>
```

```
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Mãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</ClassAssertion>
<ClassAssertion>
  <Class IRI="#Avo_Paterno_Pai"/>
  <NamedIndividual IRI="#Sebastião"/>
</ClassAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemMãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemPai"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmão"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemMãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemPai"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
```

```
<ObjectProperty IRI="#Temirmã"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmão"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Chico"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Chico"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Chico"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Chico"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Joaquina"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
</ObjectPropertyAssertion>
```

```
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Joaquina"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Joaquina"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Joaquina"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilha"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemMãe"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Maria"/>
```

```
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemPai"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmã"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#Temirmão"/>
  <NamedIndividual IRI="#Juninho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Carlinhos"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemFilho"/>
  <NamedIndividual IRI="#Luzia"/>
  <NamedIndividual IRI="#Jose"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#TemNetos"/>
  <NamedIndividual IRI="#Luzia"/>
  <NamedIndividual IRI="#Aninha"/>
  <Literal
datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Feminino</Literal>
</ObjectPropertyAssertion>
</Ontology>
```

<!-- Generated by the OWL API (version 4.2.8.20170104-2310)

<https://github.com/owlcs/owlapi> -->