

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO



CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

MARCELO POSSIDONIO DE SOUZA

**WEB SEMÂNTICA UTILIZADA PARA ATENDER INFORMAÇÕES DO
ESOCIAL**

São Paulo – SP

2016

MARCELO POSSIDONIO DE SOUZA

**WEB SEMÂNTICA UTILIZADA PARA ATENDER INFORMAÇÕES DO
ESOCIAL**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Software da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Software, orientado pelo Prof. Dr. (Carlo Borsoi Moura).

São Paulo – SP

2016

WEB SEMÂNTICA UTILIZADA PARA ATENDER INFORMAÇÕES DO ESOCIAL

MARCELO POSSIDONIO DE SOUZA

Monografia defendida e aprovada, em (*data da defesa*), pela banca examinadora:

Professor Doutor (Nome do Orientador)

Orientador

Professor Mestre (Nome do Primeiro Avaliador)

Professor do curso de...

Professor Especialista (Nome do Segundo Avaliador)

Professor do curso de...

Dedico este trabalho aos meus pais Adélia Possidonio de Souza e Rosemiro Pedro de Souza, que de origem humilde e com pouca instrução mediram esforços para que seus filhos tivessem acesso a educação que eles não obtiveram. À eles o meu respeito, carinho e eterna gratidão.

Agradeço ao mundo por estar em constante mudança, por nunca fazer as coisas serem da mesma forma, pois assim não teríamos o que pesquisar, o que descobrir e o que fazer, pois através disto consegui concluir a minha monografia. E a todos aqueles que me incentivaram a continuar não importando as dificuldades tenham sido estas por palavras ou por ações realizadas, a todos familiares, amigos, orientador e namorada a todos o meu muito obrigado.

“Existem muitas hipóteses em ciência que estão erradas. Isso é perfeitamente aceitável, eles são a abertura para achar as que estão certas”.

Carl Sagan

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxo das informações enviadas ao eSocial. Fonte: Site eSocial.....	5
Figura 2.2 – Web de Documentos. Fonte: Dados Abertos Conectados.	7
Figura 2.3 – Web de Dados. Fonte: Dados Abertos Conectados.	7
Figura 2.4 – Camadas da Web Semantica. Fonte: Site W3C.	8
Figura 2.5 – Estrutura SPARQL. Fonte: Site W3C	14
Figura 3.1 – Ciclo de vida de uma metodologia. Fonte: Dados Abertos Conectados.	17
Figura 3.2 – Metodologia 101. Fonte: Dados Abertos Conectados.	18
Figura 3.3 – Classes. Fonte: Autor.	20
Figura 3.4 – DataProperty. Fonte: Autor.	20
Figura 3.5 – ObjectProperty. Fonte: Autor.	21
Figura 3.6 – Classes da ontologia. Fonte: Autor.....	22
Figura 3.7 – Integração das Informações. Fonte: Autor.	22
Figura 3.8 – Tabelas da Folha de Pagamentos. Fonte: Autor.	23
Figura 3.9 – Tabelas do ERP. Fonte: Autor.	23
Figura 3.10 – Conexão base de dados Folha de Pagamento. Fonte: Autor.....	24
Figura 3.11 – Mapeamento dados Folha de Pagamento. Fonte: Autor.	25
Figura 3.12 – Conexão base de dados ERP. Fonte: Autor.	25
Figura 3.13 – Mapeamento dados ERP. Fonte: Autor.	26
Figura 3.14 – Mapeamentos criados. Fonte: Autor.	26
Figura 3.15 – Opção menu Materialize triples. Fonte: Autor.	26
Figura 3.16 – Instancias criadas. Fonte: Autor.	27
Figura 4.1 – Informações do Empregador/Empresa. Fonte: Autor.....	28
Figura 4.2 – Informações dos trabalhadores vinculados. Fonte: Autor.....	29
Figura 4.3 – Informações de rendimentos dos trabalhadores. Fonte: Autor.	29
Figura 4.4 – Informações dos Produtores rurais. Fonte: Autor.....	30
Figura 4.5 – Informações das Notas Fiscais dos Produtores Rurais. Fonte: Autor.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Associação das classes com as informações do eSocial.....	21
--	----

RESUMO

Este trabalho visa demonstrar a viabilidade de se utilizar a web semântica como forma de integração de dados de sistemas híbridos com fontes de dados diversas fornecendo busca e seleção de informações, de um período específico, para atender, por meio do uso de uma ontologia específica, as solicitações do sistema de escrituração digital as obrigações fiscais, previdenciárias e trabalhistas ou eSocial. Na presente pesquisa, procurou-se desenvolver uma ontologia específica para ser utilizada e que pudesse tornar possível atender a essas solicitações, utilizando-se de informações originadas de sistemas e bancos de dados distintos unificando as informações relevantes as solicitações do eSocial em um local único, possibilitando por fim a consulta dessas informações solicitadas através da ontologia.

Palavras-chave: eSocial, ontologia, Web semântica.

ABSTRACT

This work aims to demonstrate the feasibility of using web semantic as a way of integrating data from hybrid systems with several data sources providing information search and selection to meet the use of a specific ontology such as digital writing system requests tax, social security and labor or eSocial. In the present research, it was tried to develop a specific ontology to be used and that could make it possible to attend to these requests, using information originated from different systems and databases, unifying the relevant information the eSocial requests in a single location, Making it possible to query the information requested through the ontology.

Keywords: eSocial, ontology, web semantic.

Siglas

ERP – Enterprise Resource Planning (Planejamento dos Recursos da Empresa)

SPED – Sistema Público de Escrituração Digital

W3C – World Wide Web Consortium

XML – eXtensible Markup Language

RDF – Resource Description Framework

URI – Universal Resource Identifier

HTML – Hypertext Markup Language (Linguagem de marcação de hipertextos)

JDBC – Java Database Connectivity

OWL – Web Ontogy Language

SPARQL – SPARQL Protocol and RDF Query Language

OBDA – Ontology Based Data Access

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Método de Pesquisa	2
1.4	Organização do Trabalho	3
2	WEB SEMÂNTICA E O PROJETO ESOCIAL	4
2.1	Introdução.....	4
2.2	eSocial.....	4
2.3	Web Semântica	6
2.3.1	O que é Web Semântica.....	6
2.3.2	Ontologia	9
3	METODOLOGIA.....	15
3.1	Introdução.....	15
3.2	Análise do problema	15
3.2.1	Localização dos dados	15
3.2.2	Identificação das informações	16
3.3	Preparação da Base de Conhecimento de Dados.....	16
3.3.1	Ciclo de Vida da Ontologia	16
3.3.2	Processo de criação da Ontologia.....	19
3.3.3	Dados para integração	22
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	28
4.1	Introdução.....	28
4.2	Resultados.....	28
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	31
5.1	Introdução.....	31
5.2	Conclusões.....	31
5.3	Trabalhos Futuros	31
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

No momento em que essa pesquisa está sendo desenvolvida, está ocorrendo uma verdadeira corrida, por parte das empresas e empregadores, para atenderem as solicitações de um projeto que os obriga a fornecerem diversas informações a Receita Federal por meio do projeto chamado eSocial. Segundo a definição do projeto eSocial encontrada no site da Receita Federal ele está descrito como: “O eSocial é um projeto do governo federal e um instrumento de unificação da prestação das informações referentes à escrituração das obrigações fiscais, previdenciárias e trabalhistas e tem por finalidade padronizar sua transmissão, validação, armazenamento e distribuição, constituindo um ambiente nacional.”. Trata-se de um projeto onde além da Receita Federal do Brasil – RFB, fazem parte também: Instituto Nacional do Seguro Social – INSS, Ministério da Previdência Social – MPS, Ministério do Trabalho e Emprego – MTE e Caixa Econômica Federal Representando o Conselho Curador do FGTS.

Por ser necessário reunir uma quantidade de dados diversos para obter uma massa de informações que serão necessárias para atender as solicitações do eSocial, e geralmente esses dados estão distribuídos em vários locais e possivelmente contendo dados distintos entre si, o uso da web semântica como ferramenta que poderá selecionar e auxiliar na geração dessas informações que irão atender as solicitações para o eSocial pode ser extremamente útil.

1.2 Objetivos

O objetivo dessa pesquisa é analisar a possibilidade de a web Semântica ser utilizada dentro do ambiente corporativo de forma que ela possa ser utilizada para auxiliar na recuperação e seleção de informações que serão utilizadas para atenderem ao eSocial.

Analisar também a viabilidade de utilização da web Semântica neste ambiente, onde as informações muitas vezes encontram-se dispersas em locais distintos.

Por tratar-se de um projeto de grandes proporções o uso de uma ontologia específica para o eSocial se faz essencialmente necessária para que possa ser definida a base de conhecimento que será utilizada para atender as informações que serão solicitadas.

1.3 Método de Pesquisa

- Pesquisa Bibliográfica: Pesquisa que possam ajudar a identificar os aspectos do trabalho, bem como de fundamentos de sustentação teórica da pesquisa.
- Estudo e análise dos conceitos básicos inerentes a web semântica, o uso de ontologia na base de conhecimento necessária e sobre as interfaces de geração de arquivos que serão utilizadas no envio das informações.
- Formulação da utilização: utilizando os manuais disponibilizados até o momento pela Receita Federal para geração de informações para o eSocial, fazer um levantamento das informações que são solicitadas e analisar como a web semântica podem disponibilizar essas informações.
- Implementação: Uma vez identificado as informações que são solicitadas e definido a base de conhecimento dos dados que possam atender essas solicitações, verificaremos como executar a seleção de algumas informações básicas que são solicitados em partes específicas do eSocial.

1.4 Organização do Trabalho

No capítulo 2, “Web Semântica e o Projeto eSocial”, será feita uma descrição sobre a Web Semântica e seu funcionamento, descrevendo também sobre ontologia e a relação entre elas, será feita uma breve descrição sobre o projeto eSocial o que ele aborda e os envolvidos no mesmo.

No Capítulo 3, “Metodologia”, será analisado a forma de utilização da web semântica descrevendo suas premissas de utilização e se a mesma se adequa para as formas de busca e recuperação de dados dentro de um ambiente onde as informações estão dispersas em diversos formatos. Serão descritas também as necessidades de utilização de uma ontologia para criação da base de conhecimento e a definição da mesma para esta pesquisa.

No Capítulo 4, “Resultados Obtidos”, será executado algumas consultas que servirão de base para análise das informações que previamente foram coletadas para a base de conhecimento e qual o resultado obtido.

No capítulo 5, “Conclusão”, serão apresentados os possíveis benefícios trazidos pelo uso da Web Semântica para atender um projeto desse porte. Serão apresentados também sugestões para a continuidade desse trabalho.

2 WEB SEMÂNTICA E O PROJETO ESOCIAL

2.1 Introdução

Neste capítulo serão abordados os assuntos relevantes para a compreensão da motivação e da proposta da pesquisa. Será realizada uma descrição sucinta sobre a Web Semântica e seu funcionamento, descrevendo também sobre ontologia e a relação entre as mesmas, será feito também uma breve descrição sobre o projeto eSocial, o que ele aborda e as entidades envolvidas no mesmo.

2.2 eSocial

O eSocial é mais um projeto do governo federal, que através do SPED¹, ou Sistema Público de Escrituração Digital, visa unificar o envio de informações por parte de empregadores, segundo a definição do eSocial pelo próprio site da Receita Federal “O eSocial é um projeto do governo federal e um instrumento de unificação da prestação das informações referentes à escrituração das obrigações fiscais, previdenciárias e trabalhistas e tem por finalidade padronizar sua transmissão, validação, armazenamento e distribuição, constituindo um ambiente nacional.”

O projeto eSocial é uma ação conjunta dos seguintes órgãos e entidades do governo federal: Caixa Econômica Federal, Instituto Nacional do Seguro Social – INSS, Ministério da

¹ SPED - Instituído pelo Decreto nº 6.022, de 22 de janeiro de 2007, o Sistema Público de Escrituração Digital faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal (PAC 2007-2010) e constitui-se em mais um avanço na informatização da relação entre o fisco e os contribuintes.

Previdência – MPS, Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, Secretaria da Receita Federal do Brasil – RFB. O Ministério do Planejamento também participa do projeto, promovendo assessoria aos demais entes na equalização dos diversos interesses de cada órgão e gerenciando a condução do projeto, através de sua Oficina de Projetos.

As informações enviadas pelos empregadores para o eSocial serão compartilhadas entre as entidades participantes e disponibilizadas para seus ambientes próprios, a figura 2.1 mostra o fluxo das informações enviadas ao eSocial



Figura 2.1 – Fluxo das informações enviadas ao eSocial. Fonte: Site eSocial

Um dos benefícios que os empregadores terão, será a extinção da necessidade do envio de informações redundantes para cada uma das entidades que fazem parte do projeto, fato esse que ocorre até então, centralizando assim no eSocial como o único envio necessário a ser feito e que atenderá aos diversos órgãos que o compõem.

Porém trata-se de uma mudança radical para a forma como os empregadores lidam com o envio dessas informações até agora, pois para muitas dessas informações serão necessárias que sejam informadas na data do fato ocorrido para o ambiente do eSocial, como admissões e demissões por exemplo, e a partir do envio dessas informações, o sistema da Receita Federal irá validar a informação enviada e será emitido um número de protocolo confirmando o recebimento desta informação. Um modelo similar ao que já é utilizado hoje para emissão de Notas Fiscais, que hoje são as Notas Fiscais Eletrônicas, projeto também pertencente ao SPED.

2.3 Web Semântica

2.3.1 O que é Web Semântica

A Web Semântica foi idealizada por Tim Bernes-Lee, criador da web atual e líder do W3C. Segundo W3C (2010b), o termo "Web Semântica" refere-se à visão do W3C de Web dos dados vinculados, ou interligados. Tecnologias Web Semânticas permitem que pessoas criem armazenamento de dados na Web, construam vocabulários, e escrevam as regras para a manipulação de dados.

Web Semântica é considerada como uma extensão da Web atual onde o significado da informação é bem definido, melhorando o trabalho cooperativo entre computadores e pessoas. Assim é definida a Web Semântica: a Web estruturada de forma a permitir que máquinas consigam captar o significado do conteúdo de cada recurso. Deve-se entender “recurso” como qualquer fonte de informação. Também se tem associado o termo Web Semântica com a Web 3.0.

É importante deixar claro o significado de dado e informação. De acordo com Rosa (2002) a diferença entre dado e informação está no entendimento de seu conteúdo: “A palavra ‘dado’ refere-se a todo texto que não tem significado embutido, ou seja, que não pode ser entendido por si só. Já a palavra ‘informação’ refere-se a todo o texto no qual o leitor é capaz de entender seu significado”.

Mais do que a Web atual oferece hoje, conhecida como “Web de Documentos”, o objetivo é tornar-se uma “Web de Dados” ou “Web de Dados Conectados”. Na Web de Documentos, os recursos como páginas web, figuras e vídeos estão conectados por URIs², desta forma podemos dizer que os recursos estão conectados e não as informações contidas nestes recursos. Na Web de Dados, os recursos estão conectados também por URIs, contendo informações adicionais para descrever melhor os dados destes recursos e os relacionamentos entre dois ou mais recursos.

² URI (Universal Resource Identifier) conjunto de caracteres para identificação de um recurso físico ou abstrato.

A figura 2.2 temos a Web de Documentos e representa um conjunto de páginas web, no qual os documentos estão conectados por meio de links entre documentos (fonte: Dados Conectados)

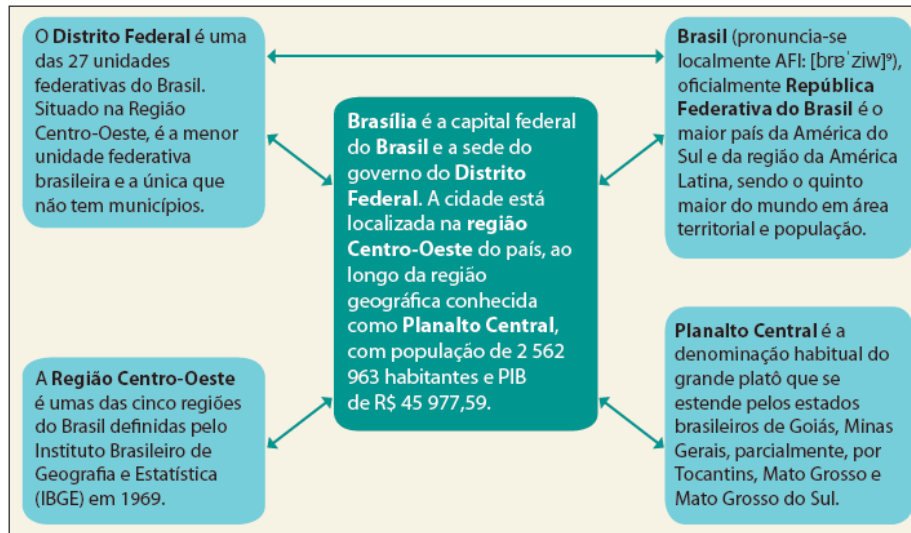


Figura 2.2 – Web de Documentos. Fonte: Dados Abertos Conectados.

A figura 2.3 temos a Web de Dados que apresenta as mesmas páginas web conectadas contendo informações adicionais sobre os dados disponíveis nas páginas, permitindo que as máquinas possam compreender e processar melhor as relações entre as páginas e as informações nelas contidas. As informações adicionais que descrevem os dados contidos nos documentos são chamadas de metadados, ou dados sobre dados.

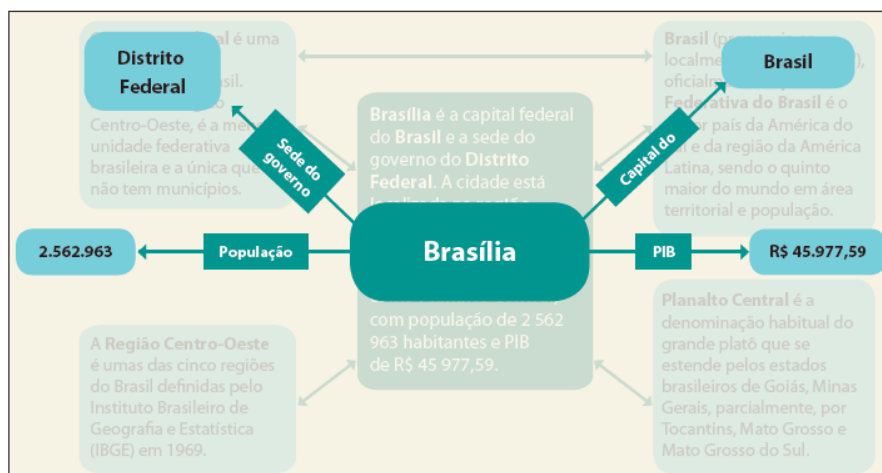


Figura 2.3 – Web de Dados. Fonte: Dados Abertos Conectados.

O objetivo da Web de dados é possibilitar com que computadores façam coisas mais úteis e com que o desenvolvimento de sistemas possa oferecer suporte a interações na rede. O termo “Web Semântica” refere-se à visão do W3C da Web dos Dados Conectados. A Web Semântica dá às pessoas a capacidade de criarem repositórios de dados na Web, construírem vocabulários e escreverem regras para interoperarem com esses dados.

Uma das formas de visualização da Web Semântica e visualiza-la como uma estrutura inter-relacionada de tecnologias, vista assim como Camadas da Web Semântica (W3C). (Figura 2.4)

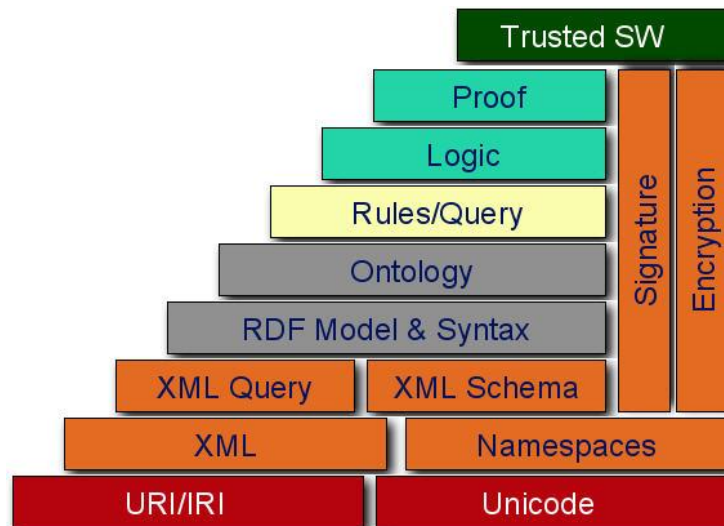


Figura 2.4 – Camadas da Web Semantica. Fonte: Site W3C.

Na base das tecnologias da Web Semântica está o URI, juntamente com o Unicode³.

Os Namespaces⁴ e a linguagem XML (eXtensible Markup Language) ficam, sobre a camada do URI. Como definido pelo W3Consortium em janeiro de 1999 (W3C, 2002a).

³ O Unicode é um sistema de codificação de caracteres projetado para suportar o intercâmbio na web, processar e mostrar textos escritos de diversos idiomas do mundo moderno. Ele define um conjunto universal de caracteres (UNICODE, 2002).

⁴ Um namespace de XML é uma coleção dos nomes, identificada por uma referência de URI que são usados em documentos XML como tipo de elementos e nomes de atributo

Em seguida temos o XML Schema que expressa vocabulários compartilhados, ele permite que máquinas possam realizar referências. O XML Schema fornece meios para definir a estrutura, o índice e a semântica de documentos XML.

A RDF (Resource Description Framework) “é uma linguagem de propósito geral para representar informações na Web”. A linguagem RDF expressa o significado, codificando-o em um conjunto de triplas. Cada tripla tem sujeito, verbo e objeto de uma sentença elementar. Essas triplas podem ser escritas em tags XML. Assim, a Linguagem RDF descreve relações entre recursos em termos de propriedades e valores.

Já, o RDF Schema define não somente as propriedades dos recursos, mas também os conjuntos de recursos sendo descritos. Com isso, representam-se objetos e classes de objetos

Ontologias têm um papel fundamental no contexto da Web Semântica. Nesta camada serão construídos os conceitos, termos, relações, axiomas para permitir que as camadas seguintes consigam raciocinar.

Na camada de regras, é feita a conversão das informações que estão dentro de um documento para outro, criando regras de inferências que serão usadas na próxima camada, a lógica. (Berners-Lee, 2002e).

Na camada Lógica converte-se o documento em uma linguagem lógica de Turing-Completa, com as inferências e funções necessárias para que quaisquer duas aplicações em RDF sejam conectadas.

Finalmente, a Assinatura Digital (Sig) e a Encriptação

2.3.2 Ontologia

O termo “ontologia” tem sua origem no ramo metafísica da filosofia que estuda os tipos de coisas que existem no mundo. Para os filósofos a Ontologia visa explicar todas as coisas do mundo.

Segundo Grubber (1993), “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização.” Conceitualização é um modelo abstrato do mundo que se quer representar e essa representação tem de ser explícita com especificação dos conceitos, propriedades e relações.

Borst (1997) modificou essa definição, afirmando que: “uma ontologia é uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”. Assim enfatizou que deve existir

um modelo na especificação da ontologia e que a conceitualização deve ser feita de tal maneira a permitir o seu compartilhamento. O conhecimento expresso deve ser do senso comum e não particular a quem está escrevendo.

Studer; Benjamins; Fensel (1998) complementam a definição: “Uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”, retomando o fato da especificação ser explícita

Esse termo possui finalidade e significados diferentes em computação, em alguns livros podemos encontrar a definição de uma ontologia como “um conjunto de conceitos fundamentais e suas relações, que capta como as pessoas entendem o domínio em questão e permite a representação de tal entendimento de maneira forma, compreensível por humanos e computadores” (Mizouchi, 2004).

2.3.2.1 Componentes de uma Ontologia

Baseando-se em Horridge (2009) podemos listar os componentes de uma Ontologia, dessa forma:

- **Indivíduos:** são os objetos no domínio de interesse ou domínio do discurso da Ontologia.
- **Propriedades:** são definidas como relações entre indivíduos.
- **Classes:** São conjuntos que contêm os indivíduos. São descritas formalmente, através de descrições matemáticas, de forma que sejam bem definidos os requisitos para a participação de um indivíduo na classe.

2.3.2.2 Tipos de Ontologias

De acordo com Guarino (1998) as Ontologias distinguem-se de acordo com seu nível de generalidade:

- **Ontologias de alto nível:** descrevem conceitos de forma bem geral (como espaço, tempo, material, objeto, evento, ação), os quais são independentes de um problema ou domínio particular.
- **Ontologias de domínio e Ontologias de tarefas:** descrevem, respectivamente, o vocabulário relacionado a um domínio genérico (como medicina ou automóveis) ou uma tarefa genérica (como diagnóstico ou vendas).

- Ontologias de aplicação: descrevem conceitos dependendo do domínio e de tarefas particulares. Estes conceitos, frequentemente, correspondem a papéis desempenhados por entidades do domínio, quando na realização e certas tarefas. Por exemplo, ajuda para o diagnóstico de doenças mentais.

2.3.2.3 Ontologia como ferramenta de integração

De acordo com Jasper e Uschold, ontologias podem ser identificadas categorias de acordo com a relação ao seu uso em um sistema, sendo elas:

Em relação ao uso de uma ontologia em um sistema, identificam-se possíveis categorias:

- Ontologias de autoria neutra (ênfatisam a reutilização de informações);
- Ontologias como especificação (ênfatisam documentação e manutenção);
- Ontologias de acesso comum a informação (ênfatisam o acesso a informação).

A de acesso comum a informação é aplicada quando a informação desejada é expressa em um vocabulário inacessível e a ontologia possibilita o seu entendimento.

O acesso comum a informações a partir da ontologia está relacionado a sua aplicação como ferramenta de integração. A idéia de que técnicas de organização, como o uso de ontologias, podem auxiliar na integração entre fontes de dados têm sido bastantes discutida. Como as ontologias possibilitam uma compreensão comum e compartilhada de um domínio do conhecimento, em que deve haver comunicação entre pessoas e sistemas, elas têm papel importante no intercâmbio de informações, pois proporcionam uma estrutura semântica às fontes de dados. Dessa forma, é possível a comunicação entre os agentes envolvidos nos processos (computadores ou pessoas), ao serem reduzidas diferenças conceituais ou terminologias.

2.3.2.4 Protégé

“Uma ferramenta extensível para construção de ontologias e desenvolvimento de aplicações que utilizam ontologias” (Protégé, 2003b), na Segunda Conferência Internacional da Web Semântica (2nd International Semantic Web Conference) realizada em outubro de 2003 nos Estados Unidos, assim foi definida a Protégé em um tutorial, referente ao seu plugin OWL.

Protégé é uma ferramenta que permite sua utilização para:

- construir uma ontologia;
- ajustar a forma de aquisição de conhecimento;
- entrar com um domínio de conhecimento.

Protégé é um ambiente que pode ser estendido com recursos gráficos como tabelas, diagramas, componentes de animação para acessar outras aplicações com sistemas baseados em conhecimento. É ainda uma biblioteca que pode ser utilizada e acessada por outras aplicações para exibição de suas bases de conhecimento.

Os objetivos do Protégé são:

- permitir interoperabilidade com outros sistemas de representação de conhecimento;
- ser uma ferramenta de aquisição de conhecimento fácil de configurar e utilizar;
- ser extensível.

Uma ontologia Protégé consiste basicamente de:

- classes: são as entidades do domínio a ser modelado;
- objetos: descrevem propriedades de classes e instâncias, bem como as relações;
- propriedades: descrevem e definem os dados;
- instâncias: são declarações de determinada classe.

Protégé foi desenvolvida, inicialmente (na década de 80), pelo departamento de informática médica da University of Stanford, sendo amplamente utilizada nessa área nos dias atuais. Ela está em constante desenvolvimento e, atualmente, oferece suporte à Web Semântica através da utilização de diversos plug-ins.

A ferramenta Protégé é um software free e open-source. Ela fornece diversos plug-ins de modo a lhe dar maiores características e fornecer suporte às necessidades dos programadores.

2.3.2.5 Ontop

O Ontop é um sistema de Acesso a Dados Baseados em Ontologia (OBDA) de código aberto que permite a consulta de fontes de dados relacionais através de uma representação conceitual do domínio de interesse, fornecido em termos de uma ontologia, à qual as fontes de dados são mapeadas.

Trata-se de um Plugin que pode ser utilizado no Protégé, fornecendo assim suporte a conexão de diversos bancos de dados relacionais e importar as informações diretamente a ontologia.

2.3.2.6 OWL

OWL Web Ontology Language é o padrão proposto pelo W3C como uma linguagem para a Web Semântica, projetada para representar Ontologias.

Hitzler et al. (2009) define OWL como uma linguagem computacional baseada em lógica, dessa forma o conhecimento expresso nela pode ser "raciocinado" por programas de computador, tanto para verificar a consistência desse conhecimento, como para tornar explícito o conhecimento implícito.

OWL é declarativa, não é uma linguagem de programação. Ela descreve um estado de assuntos num caminho lógico. Não é uma linguagem de esquema para conformidade de sintaxe. Diferente de XML, OWL não provê meios para descrever como um documento pode ser estruturado sintaticamente.

2.3.2.7 SPARQL

Assim como os sistemas de bancos de dados relacionais fazem uso do SQL para consultar registros nas suas bases de dados, o SPARQL é a linguagem recomendada pelo W3C para recuperação de informações.

Semelhante ao SQL, o SPARQL possui uma estrutura SELECT-FROM-WHERE onde:

- **SELECT:** Especifica uma projeção sobre os dados como a ordem e a quantidade de atributos e/ou instâncias que serão retornados.
- **FROM:** Declara as fontes que serão consultadas. Esta cláusula é opcional. Quando não especificada, assumimos que a busca será feita em um documento RDF/RDFS particular.
- **WHERE:** Impõe restrições na consulta. Os registros retornados pela consulta deverão satisfazer as restrições impostas por esta cláusula.

```
# prefix declarations
PREFIX foo: <http://example.com/resources/>
...
# dataset definition
FROM ...
# result clause
SELECT ...
# query pattern
WHERE {
    ...
}
# query modifiers
ORDER BY ...
```

Figura 2.5 – Estrutura SPARQL. Fonte: Site W3C

3 METODOLOGIA

3.1 Introdução

Neste capítulo será analisado a forma de utilização da web semântica descrevendo suas premissas de utilização e se a mesma se adequa para as formas de busca e recuperação de dados dentro de um ambiente onde as informações estão dispersas em diversos formatos e em diversas aplicações sendo necessário integra-las a fim de obter todas as informações necessárias para atender ao eSocial.

Para criação da Ontologia será utilizado nessa pesquisa o software Protégé e o plugin Ontop, que auxiliarão no processo de criação da ontologia e busca, mapeamento e integração dos dados.

3.2 Análise do problema

3.2.1 Localização dos dados

Como parte das informações requeridas pelo projeto eSocial trata-se de informações trabalhistas, via de regra um ambiente corporativo deverá possuir estas informações em seu Sistema de Folha de Pagamento. Porém o eSocial também solicita outras informações, como as que estão relacionadas a escrituração fiscal, estas podem estar armazenadas em outro sistema, como um sistema de escrituração fiscal ou até mesmo em um ERP⁵.

⁵ ERP, Enterprise Resource Planning ou Planejamento dos Recursos da Empresa.

Para essa questão da localização dos dados se faz necessário conhecer quais as ferramentas utilizadas no ambiente em questão, e assim poder identificar de quantas e de quais fontes se dados serão necessários a extração de dados para compor as informações.

3.2.2 Identificação das informações

Deve ser selecionado todas as informações pertinentes ao eSocial, dentro de um período específico, e essas informações não podem estar ausentes ou em duplicidade.

O problema apresentado só pode ser resolvido após análise do armazenamento das informações feito no ambiente corporativo analisado, se faz necessário saber se os sistemas são integrados ou se possuem informações que são compartilhadas entre si.

Uma vez identificados as localizações das informações necessárias devemos criar uma base de conhecimento de dados, base essa que será utilizada no desenvolvimento da ontologia necessária para que possa a web semântica possa ser utilizada.

Como exemplificação de geração das informações para o eSocial, serão verificadas apenas algumas informações das seguintes tabelas que compõem o layout do eSocial:

S-1000 - Informações do Empregador/Contribuinte

S-1200 - Remuneração de trabalhador vinculado ao Regime Geral de Previd. Social

S-1210 - Pagamentos de Rendimentos do Trabalho

S-1250 - Aquisição de Produção Rural

3.3 Preparação da Base de Conhecimento de Dados

3.3.1 Ciclo de Vida da Ontologia

Há diversas metodologias para construção de ontologias, e estas devem considerar as atividades presentes no ciclo de vida de uma ontologia, ciclo de vida este que estabelece o conjunto de estágios que devem ser seguidos ao longo do desenvolvimento de uma ontologia, dessa forma o próprio ciclo de vida pode variar de acordo com a metodologia utilizada.

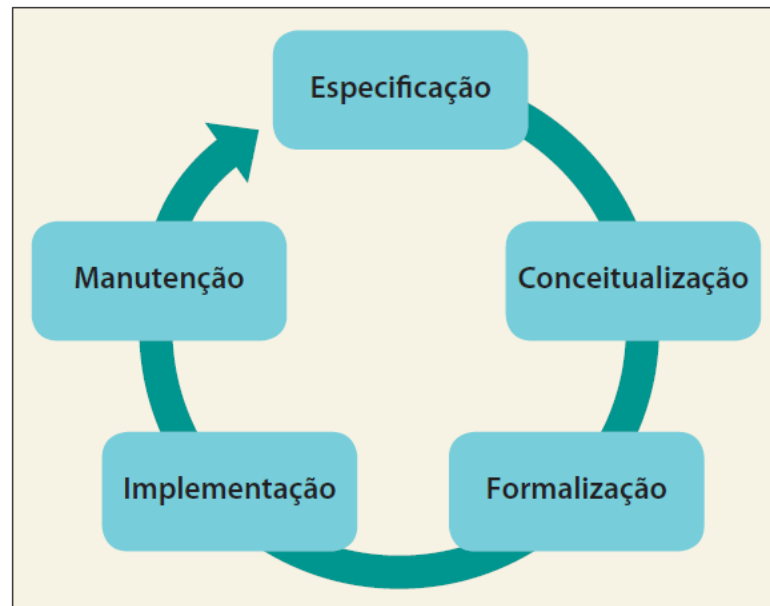


Figura 3.1 – Ciclo de vida de uma metodologia. Fonte: Dados Abertos Conectados.

Etapas do ciclo de vida de uma metodologia

- Especificação: esta etapa estabelece o início das atividades, mostrando por que uma ontologia será construída e quais os possíveis usos;
- Conceitualização: esta etapa organiza e estrutura o conhecimento do domínio que se pretende construir a ontologia;
- Formalização: na etapa de formalização é construído o modelo conceitual, estabelecendo os conceitos, relações e axiomas presentes na ontologia;
- Implementação: através da utilização de ferramentas CASE, a ontologia é construída em uma determinada linguagem;
- Manutenção: com a ontologia implementada em uma linguagem, ocorre a etapa de manutenção da ontologia.

Nessa pesquisa utilizaremos a metodologia 101⁶, tal metodologia é composta por 7 passos que servem de guia no processo do construção da ontologia.

⁶ Apesar de vários pesquisadores da área de ontologia não considerarem a Metodologia 101 (Ontology Development 101) como adequada para a criação de ontologias, esta é uma das mais citadas pela literatura e oferece um conjunto de passos simples e de fácil compreensão para alguém que pretende criar ontologias pela primeira vez. (Dados Abertos Conectados)

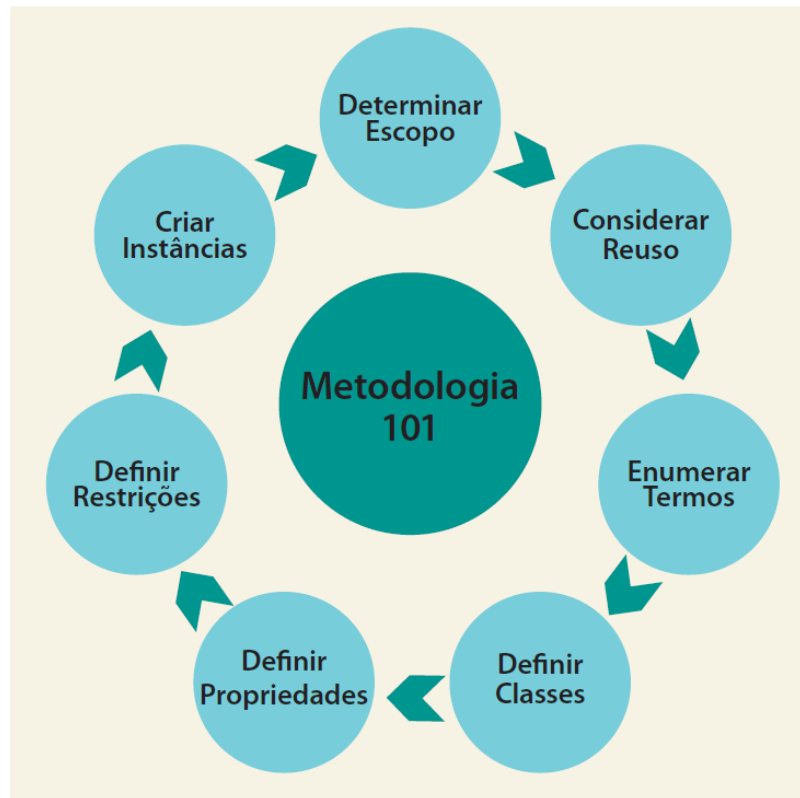


Figura 3.2 – Metodologia 101. Fonte: Dados Abertos Conectados.

No primeiro passo da metodologia deverá ser determinado o domínio e escopo da ontologia. Nesta etapa devem ser estabelecidas questões básicas que servirão para compreender o propósito da construção da ontologia. Questões básicas que são levantadas como:

- Qual o domínio que a ontologia deve cobrir?
- Quais serão os usos da ontologia?
- Quem irá usar e manter a ontologia?
- A quais tipos de questão a ontologia deveria responder?

O próximo passo está relacionado ao reuso de outras ontologias que pode servir de apoio para a construção da ontologia de interesse.

Após a definição de quais ontologias poderão ser reusadas, deverá ser enumerado os conceitos que devem estar na ontologia. Nesta etapa, não se deve considerar se um determinado termo é uma classe, uma propriedade ou um elemento que deverá ser reusado de outra ontologia.

A próxima etapa é dedicada à definição das classes e hierarquias de classes. A estratégia de desenvolvimento da hierarquia de classes pode ser Top-Down, Bottom-Up ou a combinação destes.

As duas etapas seguintes são para definir as propriedades presentes nas classes, bem como as restrições que cada propriedade e classe deve ter.

Por fim, será criado as instâncias que estarão presentes na ontologia.

3.3.2 Processo de criação da Ontologia

1. Determinar o domínio e o escopo da Ontologia:

Das tabelas do eSocial que selecionamos, podemos determinar que o conteúdo principal que se faz necessário para preenche-las estão relacionados aos empregadores, rendimentos mensais de seus empregados e compras de produtor rural. Desta forma podemos determinar o domínio e escopo desta maneira

Domínio: Representação empregadores

Escopo: Rendimentos mensais dos empregados

Outros escopos: Reunir informações de compras de Produtor Rural

2. Considerar reuso de ontologias existentes:

No momento da construção dessa pesquisa nenhuma ontologia referente ao eSocial foi encontrada, esta seria uma ontologia que poderia ser reusada.

3. Enumerar importantes termos na Ontologia:

Da mesma forma analisando as tabelas que serão utilizadas podemos listar alguns termos que podem ser utilizados nessa ontologia:

Empregadores, Produtor Rural, Nota Fiscal Produtor Rural, Valor Nota, Trabalhadores, Rendimentos Mensais, CNPJ, Razão Social, CPF, Nome Trabalhador, Data Nascimento, CTPS, Filiação, Estado Civil, Data Admissão.

4. Definir classes e hierarquia de classes:

Baseado nesses termos, podemos selecionar algumas classes pertencentes ao domínio com a seguinte hierarquia:

Empregadores

Produtor_Rural

NF_Produtor_Rural

Trabalhadores
Rendimentos

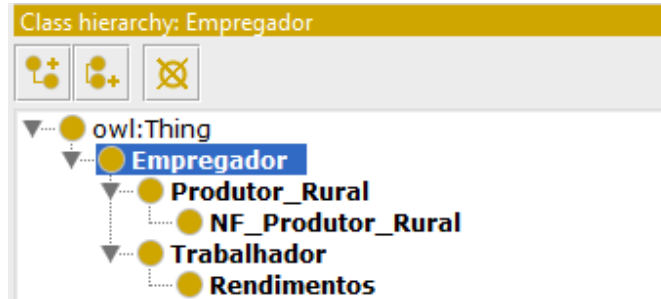


Figura 3.3 – Classes. Fonte: Autor.

5. Definir as propriedades das classes:

Para as classes especificadas podemos relacionar diversas propriedades.

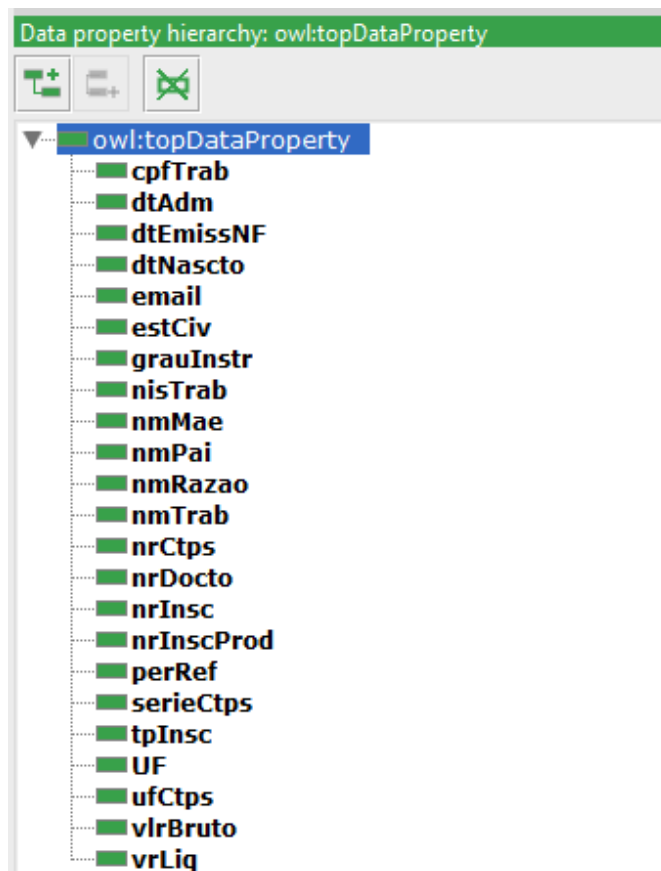


Figura 3.4 – DataProperty. Fonte: Autor.

Outra característica importante são as propriedades de objetos que podem ser utilizados de forma a caracterizar classes com suas propriedades.

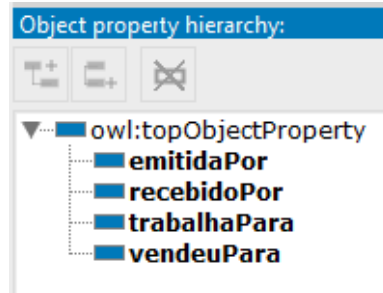


Figura 3.5 – ObjectProperty. Fonte: Autor.

A ontologia foi criada baseando-se nas tabelas solicitadas pelo eSocial, abaixo temos os termos criados na ontologia e sua utilização em cada classe.

Tabela 1 – Associação das classes com as informações do eSocial

Classes	Informação eSocial	DataProperty
Empregadores	CNPJ	tpInsc – nrInsc
	Razão Social	nmRazao
	Email	email
	UF	UF
Produtor_Rural	Inscrição Produtor	nrInscProd
NF_Produtor_Rural	Numero Documento	nrDocto
	Data Emissão	dtEmissNF
	Valor NF	vlrBruto
Trabalhadores	CPF	cpfTrab
	Nome	nmTrab
	Data Nascimento	dtNasc
	UF Ctps	ufCtps
	Serie Ctps	serieCtps
	Numero Ctps	nrCtps
	Inscrição do Segurado	nisTrab
	Nome da Mãe	nmMae
	Nome do Pai	nmPai
	Grau instrução	grauInst
	Estado Civil	estCiv
	Data Admissao	dtAdm
Rendimentos	Ano	Ano
	Mês	Mes
	Periodo de Referencia	perRef
	Valor Liquido recebido	vrLiq

Desta forma podemos demonstrar uma parte da ontologia onde estas classes estariam presentes desta forma como mostra a figura 3.6:

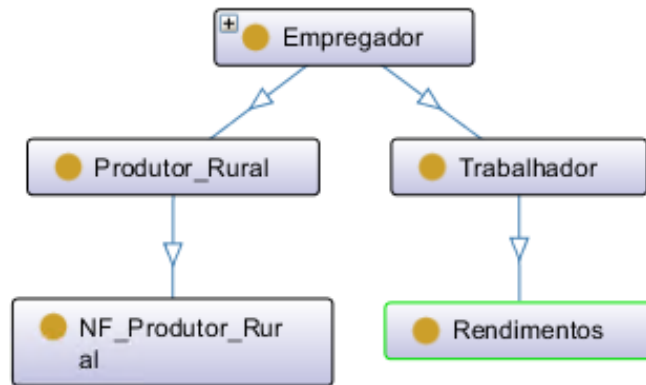


Figura 3.6 – Classes da ontologia. Fonte: Autor.

3.3.3 Dados para integração

Nesta pesquisa utilizaremos como exemplo a utilização de 2 base de dados a primeira contendo informações sobre folha de pagamento a segunda contendo informações sobre entrada de notas de compras de produtor rural, que no exemplo atual consideraremos como sendo de origem de um ERP, ambas informações que devem ser apresentadas ao eSocial.

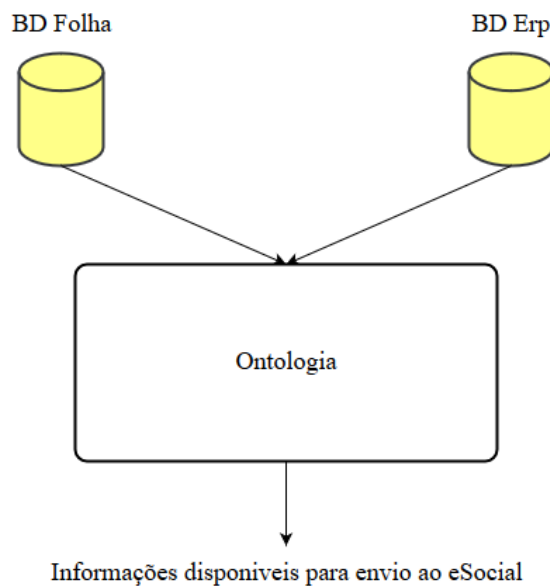


Figura 3.7 – Integração das Informações. Fonte: Autor.

Como exemplificação das informações a serem mapeadas e utilizadas, nas figuras 3.8 e 3.9 temos algumas tabelas das 2 bases de dados que possuem estrutura de tabelas e campos distintos, que servirão de objeto de estudo para demonstração da utilização de seus dados na ontologia criada. Claramente há ainda diversas informações a serem consideradas para uma geração completa das informações para o eSocial, mas como exemplificação serão utilizadas somente essas tabelas nessa pesquisa.

Empresa	
🔑	CNPJ
	Razao
	email
	UF

Trabalhador	
🔑	Matricula
	CPF
	Nome
	Data_Nascimento
	UF_Ctps
	Serie_Ctps
	Numero_Ctps
	Inscricao_Segurado
	Nome_Mae
	Nome_Pai
	Grau_instrucao
	Estado_Civil
	Data_Admissao

Rendimentos	
🔑	Matricula
🔑	Ano
🔑	Mes
	Pagamento
	Valor

Figura 3.8 – Tabelas da Folha de Pagamentos. Fonte: Autor.

Empresa	
🔑	CNPJ
	Razao
	email
	UF

Produtor	
🔑	CNPJ
	Razao
	Inscricao

Notas	
🔑	nuNF
🔑	CNPJEmissor
	dtEmissao
	Valor

Figura 3.9 – Tabelas do ERP. Fonte: Autor.

Nas tabelas da base de dados da folha temos alguns dados da empresa, que para o eSocial é denominado de empregador, alguns dados sobre os trabalhadores e seus rendimentos mensais. Já na base de dados do ERP temos alguns dados sobre produtores rurais e notas referentes a compras feitas pela empresa em questão e que serão selecionadas dentro de um período específico.

No ambiente do Protégé há uma plugin chamado Ontop, este plugin possibilita ao Protégé recuperar dados diretamente de banco de dados e também vinculá-los aos DataProperty e ObjectProperty criados na ontologia. O Ontop Mappings utiliza o JDBC⁷ para criar conexões e através dele permite conectar-se a diversos bancos de dados. Infelizmente no momento da criação dessa pesquisa a versão disponibilizada no site está passando por ajustes para conexão múltiplas, o que impossibilitou de manter os mapeamentos de bases simultaneamente, por esse motivo foi necessário fazer o mapeamento de uma base de dados por vez e logo em seguida ao mapeamento de cada uma executar o processo de materialização, que é o processo de instanciação.

As Figuras 3.10 e 3.11 referem-se a conexão e mapeamento da base da Folha de Pagamentos, enquanto que as figuras 3.12 e 3.13 referem-se ao mapeamento da base de dados do ERP.

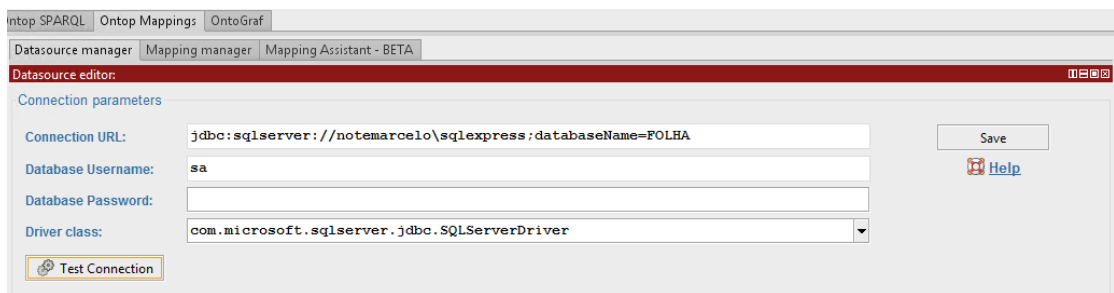


Figura 3.10 – Conexão base de dados Folha de Pagamento. Fonte: Autor.

⁷ JDBC Java Database Connectivity é um conjunto de classes e interfaces (API) escritas em Java que fazem o envio de instruções SQL para qualquer banco de dados relacional

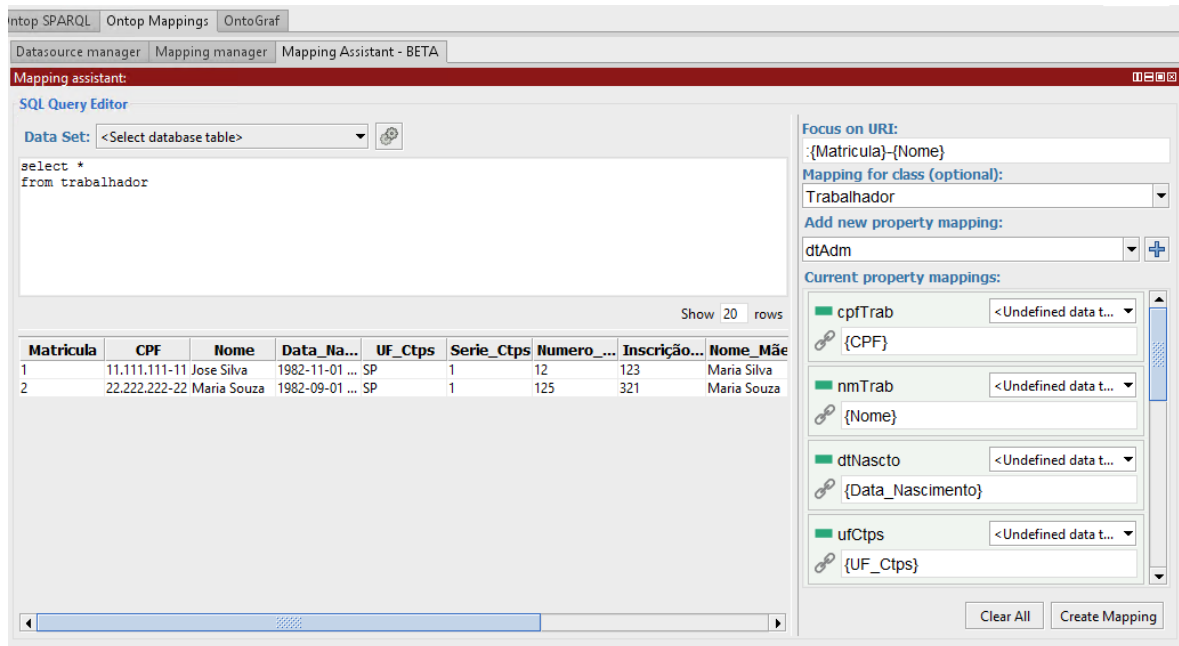


Figura 3.11 – Mapeamento dados Folha de Pagamento. Fonte: Autor.

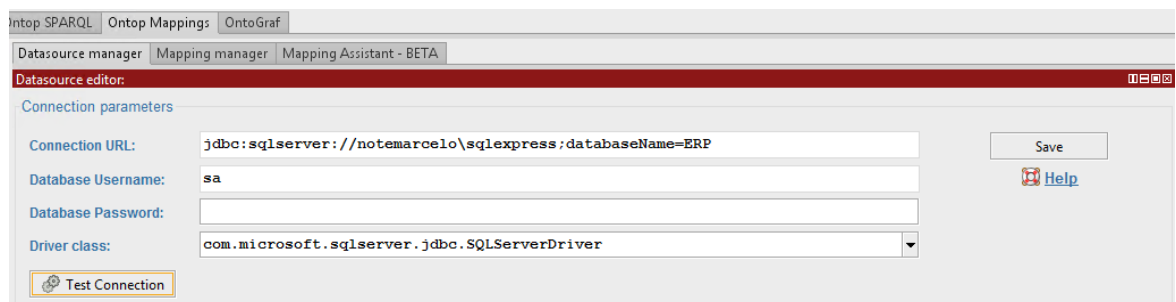


Figura 3.12 – Conexão base de dados ERP. Fonte: Autor.

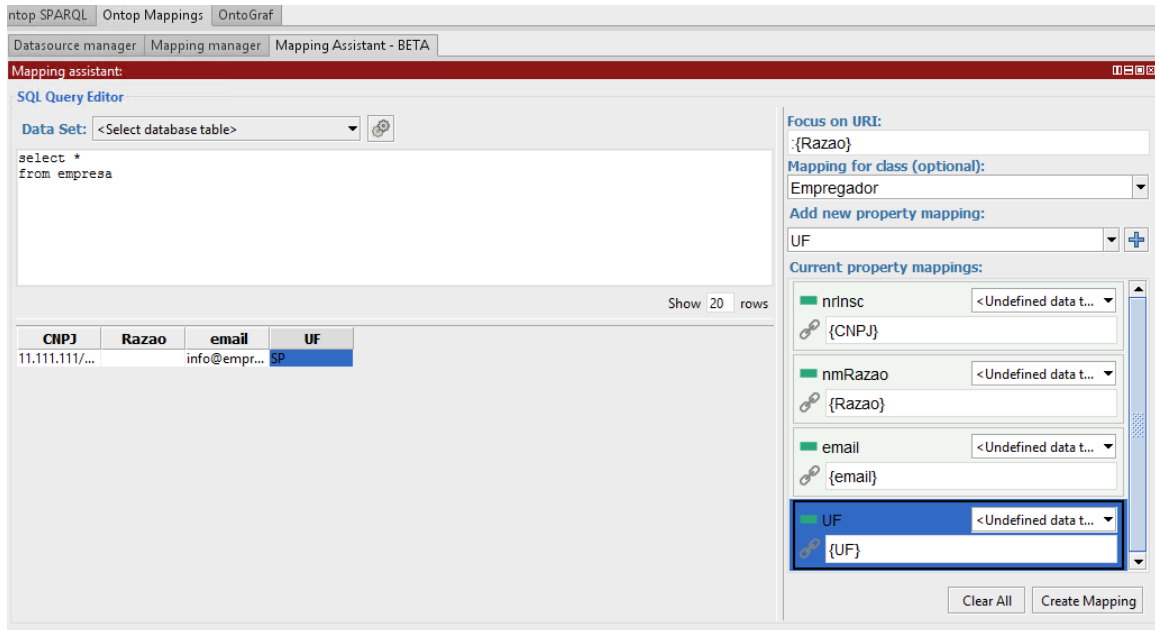


Figura 3.13 – Mapeamento dados ERP. Fonte: Autor.

Após o mapeamento no Ontop Mappings a aba Mapping Manager, mostrado na figura 3.14, exibe os mapeamentos criados, por meio deles é possível criar as instâncias por meio da opção de menu Materializa triples, mostrado na figura 3.15.

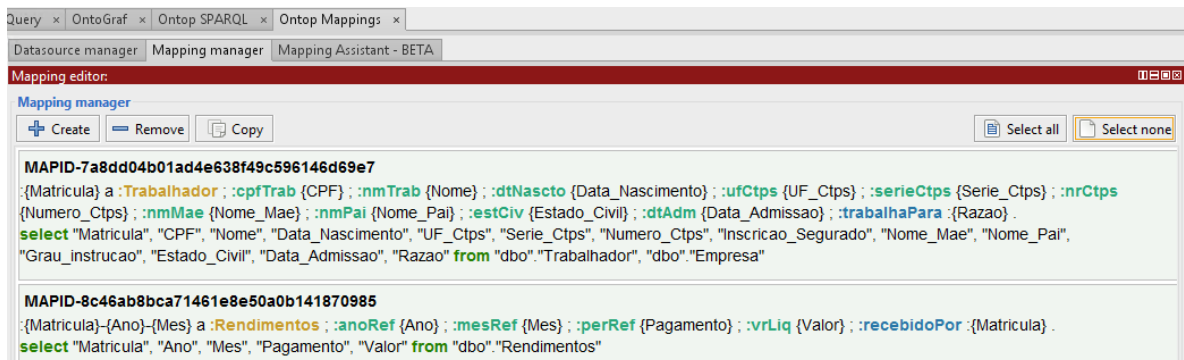


Figura 3.14 – Mapeamentos criados. Fonte: Autor.

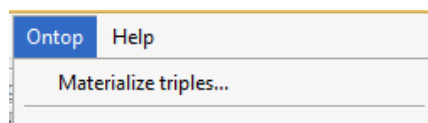


Figura 3.15 – Opção menu Materialize triples. Fonte: Autor.

Desta forma temos as instâncias criadas, conforme figura 3.16, originadas de sistemas distintos que agora compõem uma única fonte de consulta das informações.

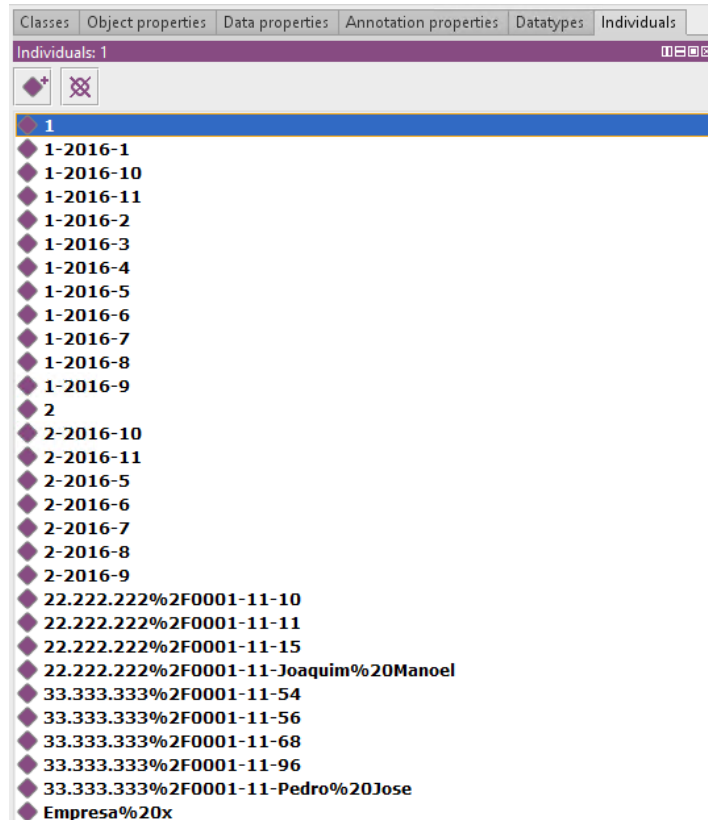


Figura 3.16 – Instancias criadas. Fonte: Autor.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Introdução

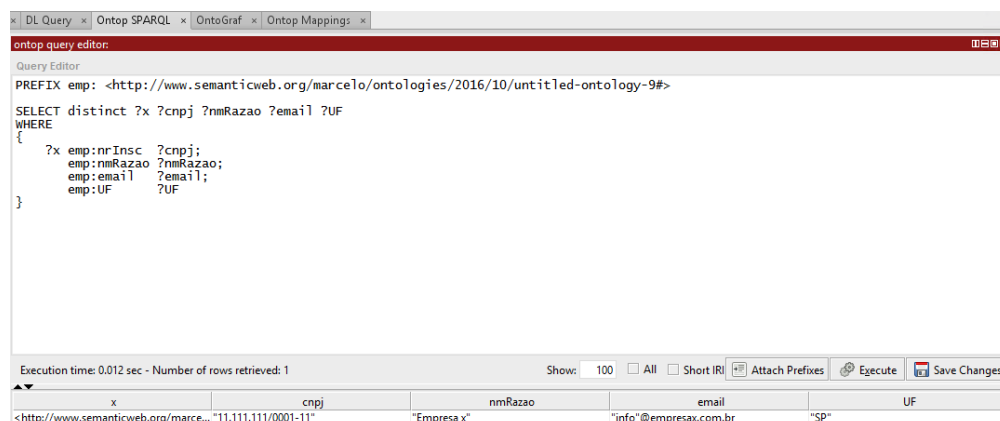
Nesse capítulo serão realizadas algumas consultas básicas nas informações obtidas após feito todo o processo de análise dos dados dos sistemas fontes de informação, criação da ontologia, mapeamento e instanciação das classes, analisando dessa forma se os resultados dessas consultas retornam as informações esperadas para atender ao eSocial.

4.2 Resultados

Após a instanciação é possível consultar as informações utilizando o Ontop SPARQL, como mostrado nas figuras a seguir. Os resultados a seguir estão relacionados as informações solicitadas nas tabelas do eSocial discriminadas abaixo.

- Tabela S-1000 - Informações do Empregador/Contribuinte.

A figura 4.1 mostra a consulta que retorna informações da empresa.



The screenshot shows the Ontop SPARQL Query Editor interface. The query is as follows:

```

PREFIX emp: <http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#>
SELECT distinct ?x ?cnpj ?nmRazao ?email ?UF
WHERE
{
  ?x emp:nrInsc ?cnpj;
  emp:nmRazao ?nmRazao;
  emp:email ?email;
  emp:UF ?UF
}

```

The results table shows one row of data:

x	cnpj	nmRazao	email	UF
<http://www.semanticweb.org/marce...>	"11.111.111/0001-11"	"Empresa x"	"info"@empresax.com.br	"SP"

Figura 4.1 – Informações do Empregador/Empresa. Fonte: Autor.

- Tabela S-1200 - Remuneração de trabalhador vinculado ao Regime Geral de Previd. Social.

A figura 4.2 mostra a consulta que retorna informações dos trabalhadores vinculados a Empresa/Empregador.

```

PREFIX trab: <http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#>
SELECT distinct ?x ?nmTrab ?cpfTrab ?estCiv ?nrCtps
WHERE
{
  ?x trab:trabalhaPara trab:Empresa%20x.
  ?x trab:nmTrab ?nmTrab;
  trab:cpfTrab ?cpfTrab;
  trab:estCiv ?estCiv;
  trab:nrCtps ?nrCtps
}

```

x	nmTrab	cpfTrab	estCiv	nrCtps
<http://www.semanticweb.org/marce...> "Jose Silva"		"11.111.111-11"	"Solteiro"	"12"^^xsd:integer
<http://www.semanticweb.org/marce...> "Maria Souza"		"22.222.222-22"	"Casada"	"125"^^xsd:integer

Figura 4.2 – Informações dos trabalhadores vinculados. Fonte: Autor.

- Tabela S-1210 - Pagamentos de Rendimentos do Trabalho.

A figura 4.3 mostra a consulta que retorna os rendimentos pagos ao trabalhador em um período específico.

```

PREFIX rend: <http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#>
SELECT distinct ?l ?nm ?ano ?mes ?vrLiq
WHERE
{
  ?l rend:recebidoPor ?x.
  ?l rend:anoRef ?ano;
  rend:mesRef ?mes;
  rend:vrLiq ?vrLiq;
  rend:perRef ?perRef.
  ?x rend:nmTrab ?nm
  FILTER (?ano = 2016 && ?mes = 10)
}

```

l	nm	ano	mes	vrLiq
<http://www.semanticweb.org/marce...> "Jose Silva"		"2016"^^xsd:integer	"10"^^xsd:integer	"1000.00"^^xsd:decimal
<http://www.semanticweb.org/marce...> "Maria Souza"		"2016"^^xsd:integer	"10"^^xsd:integer	"1010.00"^^xsd:decimal

Figura 4.3 – Informações de rendimentos dos trabalhadores. Fonte: Autor.

- Tabela S-1250 - Aquisição de Produção Rural.

A figura 4.4 e 4.5 mostram as consultas que retornam os Produtores Rurais que venderam para a empresa e as Notas Fiscais recebidas pela empresa em um período específico.

The screenshot shows the Ontop Query Editor interface. The query is as follows:

```

PREFIX vend: <http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#>

SELECT ?l ?nrInscProd ?nm
WHERE
{
  ?l vend:vendeuPara ?x.
  ?l vend:nrInscProd ?nrInscProd.
  ?x vend:nmRazao ?nm.
}
FILTER (?nm = "Empresa x")
  
```

Execution time: 0.007 sec - Number of rows retrieved: 2

l	nrInscProd	nm
<http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#33.333.333%2F0001-11-Pedro%20Jose>	"654321"	"Empresa x"
<http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#22.222.222%2F0001-11-Joaquim%20Manoel>	"123456"	"Empresa x"

Figura 4.4 – Informações dos Produtores rurais. Fonte: Autor.

The screenshot shows the Ontop Query Editor interface. The query is as follows:

```

PREFIX prod: <http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#>

SELECT ?l ?nrDocto ?vlrBruto ?dtEmissNF
WHERE
{
  ?x prod:emitidaPor ?l.
  ?x prod:nrDocto ?nrDocto.
  prod:vlrBruto ?vlrBruto.
  prod:dtEmissNF ?dtEmissNF.
}
FILTER (?dtEmissNF >= "2016-10-01" && ?dtEmissNF <= "2016-10-31")
  
```

Execution time: 0.003 sec - Number of rows retrieved: 2

l	nrDocto	vlrBruto	dtEmissNF
<http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#33.333.333%2F0001-11-Pedro%20Jose>	"68"^^xsd:integer	"440.00"^^xsd:decimal	"2016-10-02T00:00:00..."
<http://www.semanticweb.org/marcelo/ontologies/2016/10/untitled-ontology-9#22.222.222%2F0001-11-Joaquim%20Manoel>	"11"^^xsd:integer	"240.00"^^xsd:decimal	"2016-10-04T00:00:00..."

Figura 4.5 – Informações das Notas Fiscais dos Produtores Rurais. Fonte: Autor.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Introdução

Este capítulo apresenta os principais tópicos discutidos nesse trabalho, relaciona os possíveis trabalhos futuros advindos dessa pesquisa e avalia a principal contribuição da mesma.

5.2 Conclusões

Neste trabalho pôde-se atingir os objetivos propostos, integrando dados de diversas fontes de informações e de sistemas distintos, modelando uma base de conhecimento e mostrando a implementação da mesma, gerando informações dessa base de conhecimento gerada e retornando informações para algumas das solicitações do eSocial. Embora nem todas as tabelas do eSocial tenham sido geradas de forma completa, foi possível retornar informações que foram integradas que era a principal funcionalidade proposta.

Ficou, então, registrada, a contribuição deste trabalho para a utilização da web semântica em um ambiente corporativo utilizando-se da mesma como ferramenta para integração de dados de origem de sistemas diversos, uma vez utilizada a ontologia corretamente.

5.3 Trabalhos Futuros

Nessa pesquisa foi utilizado o software Protégé com o plug-in Ontop há diversas outras ferramentas que podem ser utilizadas na web semântica, analisar se há outra ferramenta que se conecte a várias bases de dados simultaneamente ou se houve alteração na ferramenta Ontop

uma vez que este é um plug-in do software Protégé, pode-se analisar se há outros plug-ins que tenham essa função.

Há diversas tabelas para serem geradas para o eSocial, nessa pesquisa levou-se em consideração somente algumas informações de algumas tabelas, completar estas tabelas e as demais existentes para geração completa do eSocial é um possível trabalho futuro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, Ig Ibert – ISOTANI, Seiji. Dados Abertos Conectados, Novatec, 2015
- MIZOGUCHI, R. Tutorial on ontological engineering: part 3: Advanced course of ontological engineering. *New Generation Computing*, v.22, n.2, p. 198-220, 2004.
- GUARINO, N. Formal ontology and information systems. In: *PROCEEDING OF FOIS'98*, 1998, Ternto. Amsterdam: IOS Press, 1998. p. 3–15.
- HORRIDGE, M. A practical guide to building owl ontologies using protégé 4 and co-ode tools. The University Of Manchester, Manchester, March 2011.
- ROSA, P. A. Web semântica. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, São Paulo, dez. 2002.
- PRADO, D. S. Tese: Um experimento no Uso de Ontologias para Reforço da Aprendizagem em Educação a Distância. UNESP, Junho 2005. p. 26-29.
- HITZLER, P. et al. Owl 2 web ontology language primer. W3C, Cambridge, 2009.
- JASPER, R.; USCHOLD, M. A framework for understanding and classifying ontology applications. In: *IJCAI-99, ONTOLOGY WORKSHOP*. Stockholm, Sweden july 1999.
- ALMEIDA B., Mauricio, BAX P., Marcello, Taxonomia para projetos de integração de fontes de dados baseados em ontologias, UFMG, p. 4-5
- LUSTOSA , Pollyane de Akmeida: OWL e Protégé: estudo e aplicação de conceitos para exemplificação da definição da camada de esquema da Web Semântica em um determinado domínio, ULBRA, p.53-54.

Receita Federal

<<http://idg.receita.fazenda.gov.br>>. Acesso em: 25/07/2016.

Sistema Público de Escrituração Fiscal

<<http://sped.rfb.gov.br/projeto/show/1048/>>. Acesso em: 25/07/2016.

Site do eSocial.

< <http://www.esocial.gov.br/>>. Acesso em: 25/07/2016.

Site da Ontobras

<<https://www.ppgia.pucpr.br/pt/ontobras/>>. Acesso em 24/10/2016.

Wikipédia Web Semântica

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Web_sem%C3%A2ntica>. Acesso 25/07/2016.

Unicode

<<http://www.unicode.org/>> Acesso 30/10/2016

BERNERS-LEE, T. Web Architecture from 50,000 feet

<<http://www.w3.org/DesignIssues/Architecture.html>> Acesso em: 05 nov. 2002e

Software Protégé 5.1.0

< <http://protege.stanford.edu/>> Baixado em 01/11/2016

Plugin Ontop 1.18.0

<<https://github.com/ontop>> Baixado em 01/11/2016

PROTÉGÉ. Outubro de 2003. Disponível em:

<<http://protege.stanford.edu/plugins/owl/download/Protege-OWLTutorial-ISWC03.pdf>>.