



ALTERNATIVAS DE MODELAGEM CONCEITUAL EM RELAÇÃO AO MODELO ER

Parte 2 – MODELOS CONCEITUAIS (ONTOLOGIAS) E O PARADIGMA DA WEB SEMÂNTICA

Prof. Fernando William Cruz

Universidade de Brasília – Campus Gama

Colaboradores:

Matheus Souza Fonseca

Bacharelado em Engenharia de Software – UnB-Gama

Guilherme de Lima Bernardes

Bacharelado em Engenharia de Software – UnB-Gama

Prof. Dr. Edilson Fernalda

Universidade Católica de Brasília



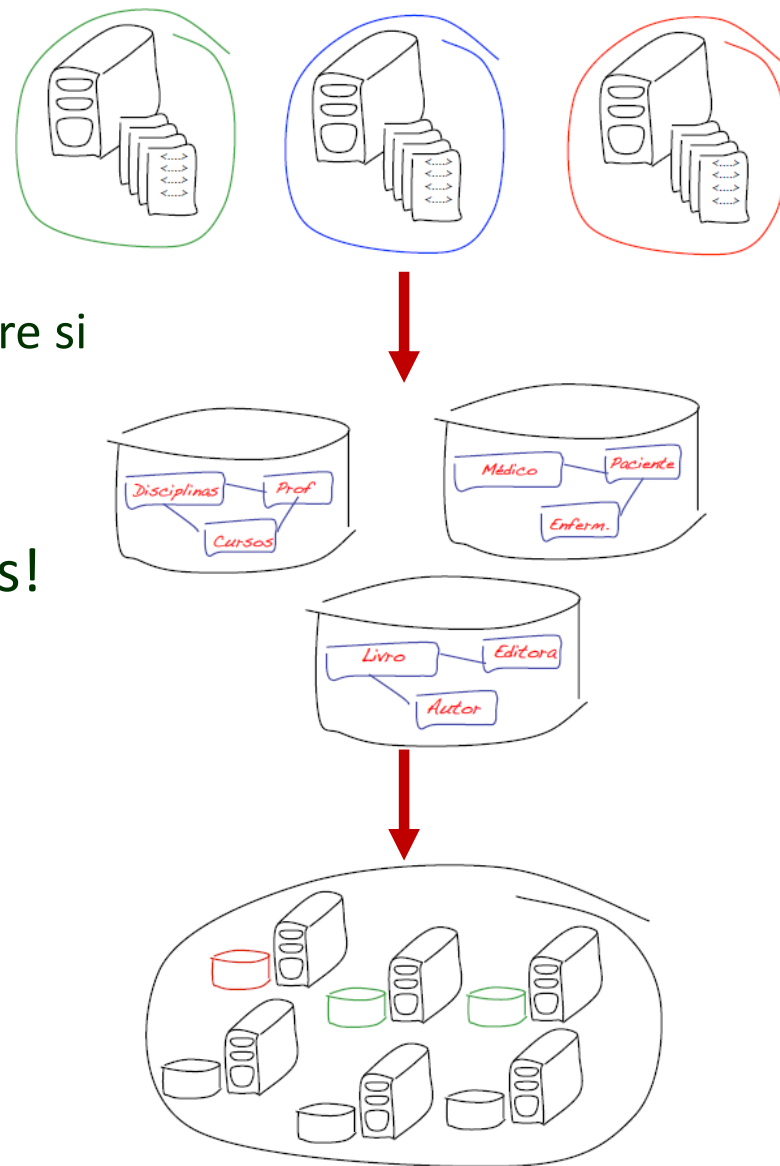
ROTEIRO

- Introdução
- *Linked Data**
- Serialização de RDF*
- Vocabulários*
- RDFS*
- Ontologias*
- OWL*
- Reuso de termos*
- SPARQL*
- ...

* [A partir do material da Profª Drª Bernardette Farias Lóscio – Cin-UFPE:
Linked Data: da Web de documentos para a Web de dados]

LINKED DATA - Motivação

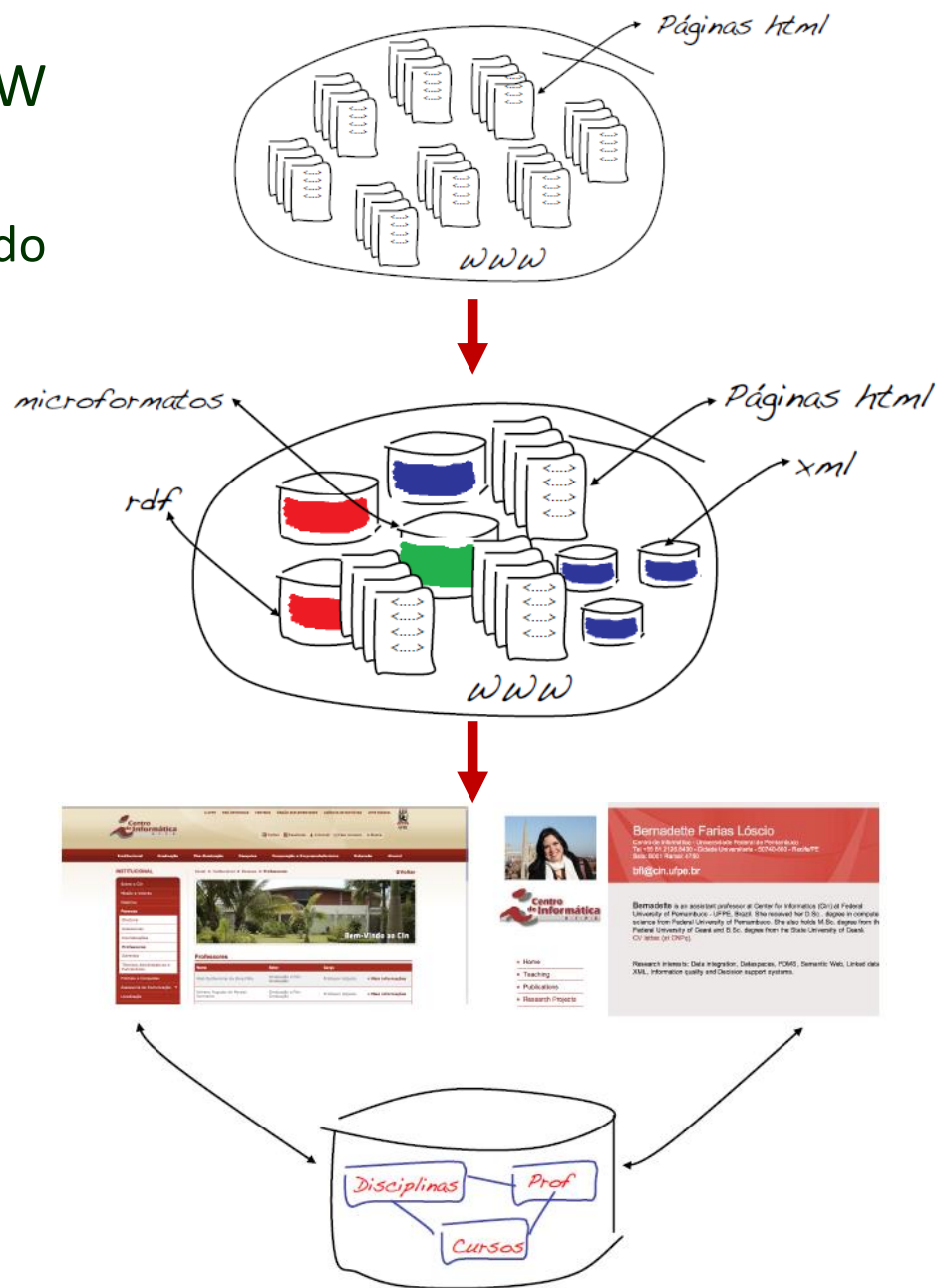
- Há muitos e muitos anos ...
 - Dados isolados em “ilhas de informação”
 - Dados armazenados em arquivos, com muitos problemas de redundância entre si
- Solução? ... Bancos de dados!
- ... e surgiram os sistemas de BD distribuídos e as federações de BD





LINKED DATA – Motivação

- Até que ... surge a WWW (Tim Berners Lee)
 - Crescimento vertiginoso do volume de dados
 - Web como espaço global de informações
- Depois de mais de 2 décadas ...
 - Web \Rightarrow “Web de dados”
 - Bancos de dados podem ser publicados na Web





LINKED DATA – Motivação

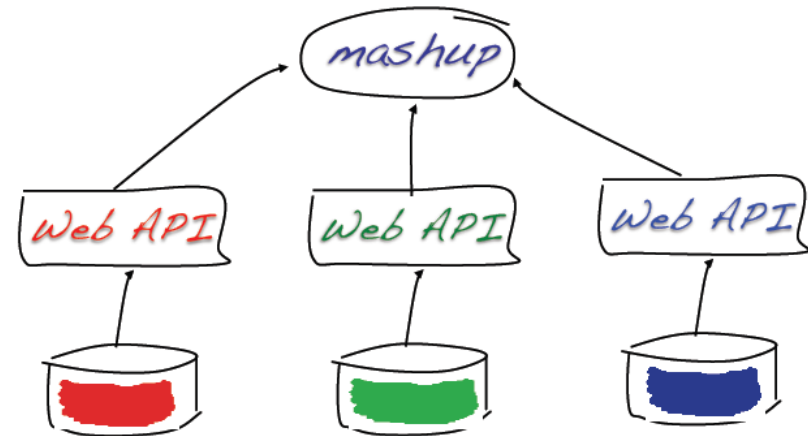
– No entanto ...

- nem todos os dados podem ser encontrados por meio dos mecanismos de busca
- não é possível especificar consultas complexas sobre os dados
- assim como no tempo dos arquivos, os dados na Web ainda vivem isolados uns dos outros



LINKED DATA – Motivação

- Dados podem ser combinados por meio das Web APIs e dos *mashups*
- Mas ...
 - as APIs oferecem interfaces proprietárias
 - *mashups* são baseados em um conjunto fixo de fontes de dados
 - não se pode “linkar” dados de APIs diferentes





LINKED DATA – Motivação

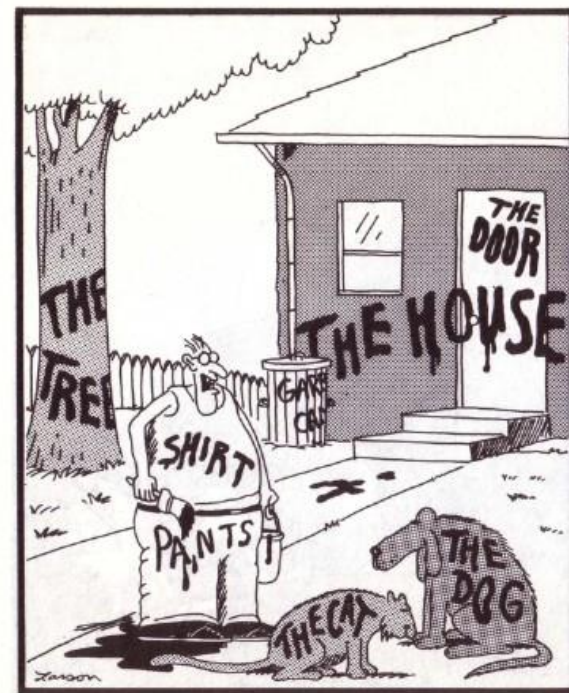
- O que fazer para transformar a Web em um verdadeiro espaço global de dados?
 - aumentar a estrutura do conteúdo da Web?
 - prover significado para os dados?
 - estabelecer padrões para a publicação de dados e criação de links entre eles?
- Outra vez Tim Berners Lee: a Web Semântica!

“The Semantic Web is the extension of the World Wide Web that enables people to share content beyond the boundaries of applications and websites. It has been described in rather different ways: as a utopic vision, as a web of data, or merely as a natural paradigm shift in our daily use of the Web.” [semanticweb.org]



LINKED DATA – Web semântica

- Na Web Semântica, os dados ...
 - estão mais ricos
 - são associados a vocabulários
 - possuem um significado
- Assim, os dados ...
 - não precisam mais viver isolados
 - podem ser compartilhados por diversas aplicações
 - agora chamados de recursos, são únicos e possuem a sua própria identificação na Web!
- Mas ...
 - como representar recursos?
 - como representar os dados dos BDs ou das páginas HTML para que eles possam ser compartilhados na Web?



"Now! ... That should clear up
a few things around here!"



LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

id	title	author	year	genre
01	Mar Morto	Jorge Amado	1936	romance
02	A Estrada do Mar	Jorge Amado	1938	poem
03	O mundo da Paz	Jorge Amado	1951	trips
04	O Quinze	Rachel de Queiroz	1930	romance
05	Tieta do Agreste	Jorge Amado	1977	romance

– Os dados podem ser distribuídos em ...

Linhas

Colunas

Células



LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

- Como eu vou saber “quem é o quê” e “quem é quem” ?
- É preciso ter uma maneira global para referenciar ...

- as linhas

sujeito

- as colunas

objeto

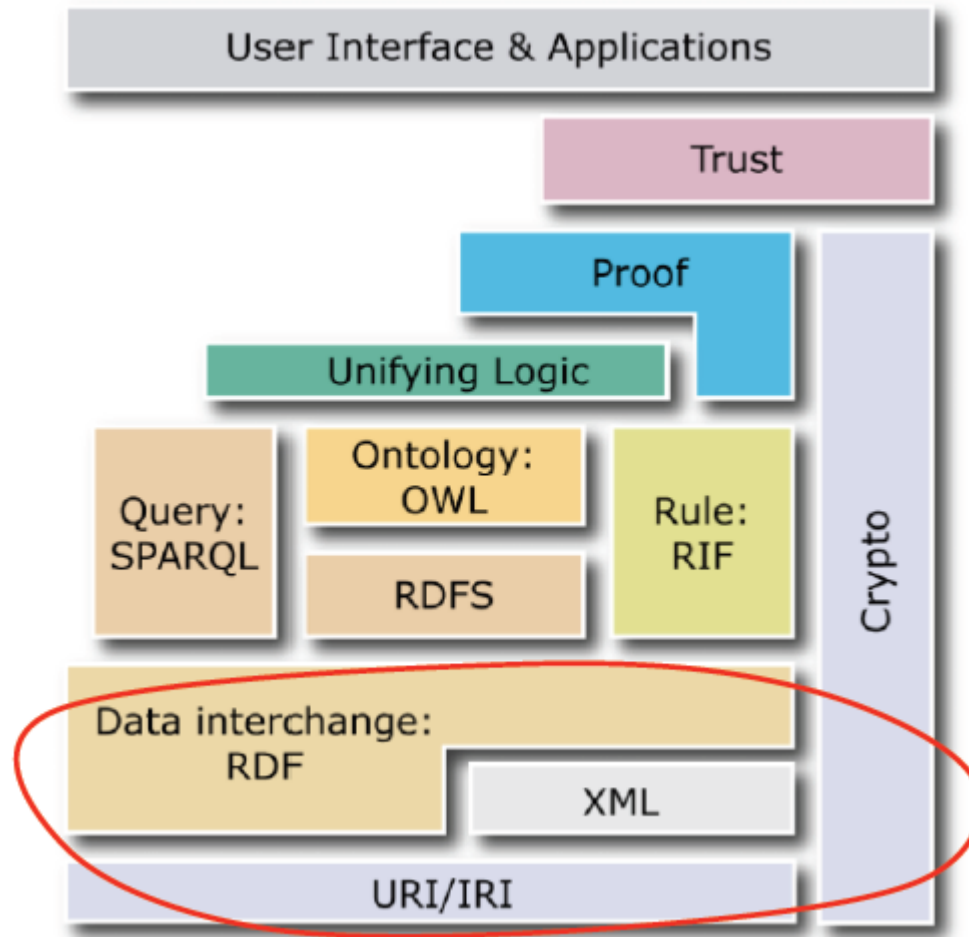
- os valores

predicado





LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)



“RDF is a standard model for data interchange on the Web. RDF has features that facilitate data merging even if the underlying schemas differ, and it specifically supports the evolution of schemas over time without requiring all the data consumers to be changed.” [<http://www.w3.org/RDF/>]



LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

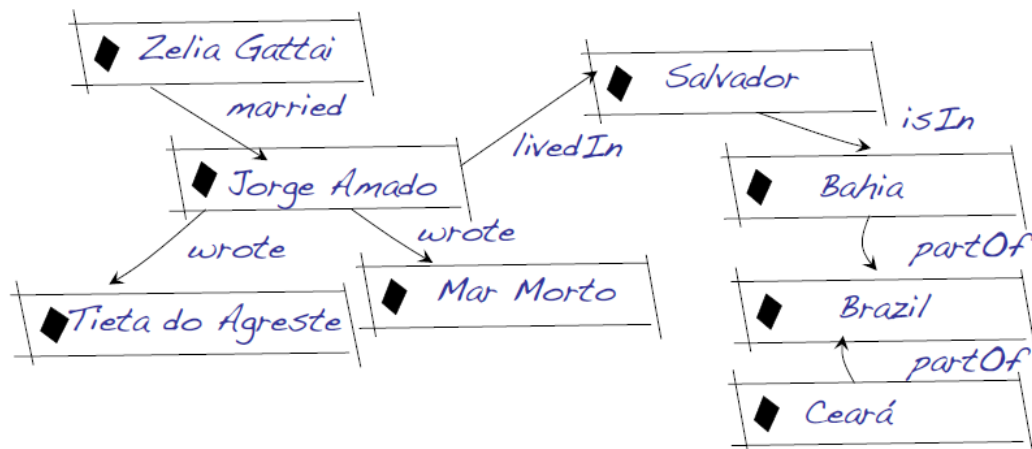
- São necessárias triplas!

subject	predicate	object
Row 5	genre	romance
Row 2	title	A Estrada do Mar
Row 2	year	1938
Row 4	author	Rachel de Queiroz
Row 3	genre	trips

- Várias triplas podem fazer referência a uma mesma entidade!

subject	predicate	object
Jorge Amado	Wrote	Mar Morto
Zelia Gattai	Married	Jorge Amado
Jorge Amado	Lived in	Salvador
Salvador	Is in	Bahia
Bahia	Part of	Brazil
Ceará	Part of	Brazil
Jorge Amado	Wrote	Tieta do Agreste

- Triplas podem ser representadas por meio de grafos

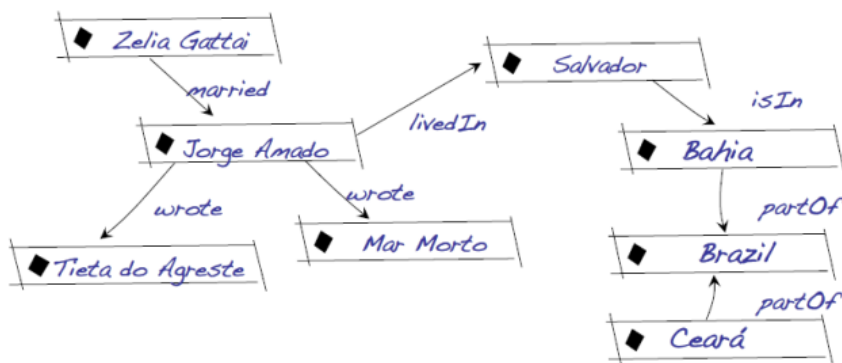




LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

- Triplas de fontes diferentes ...

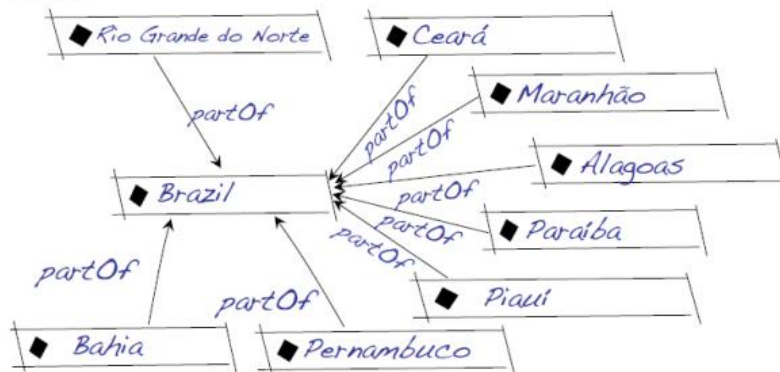
fonte 1



fonte 2



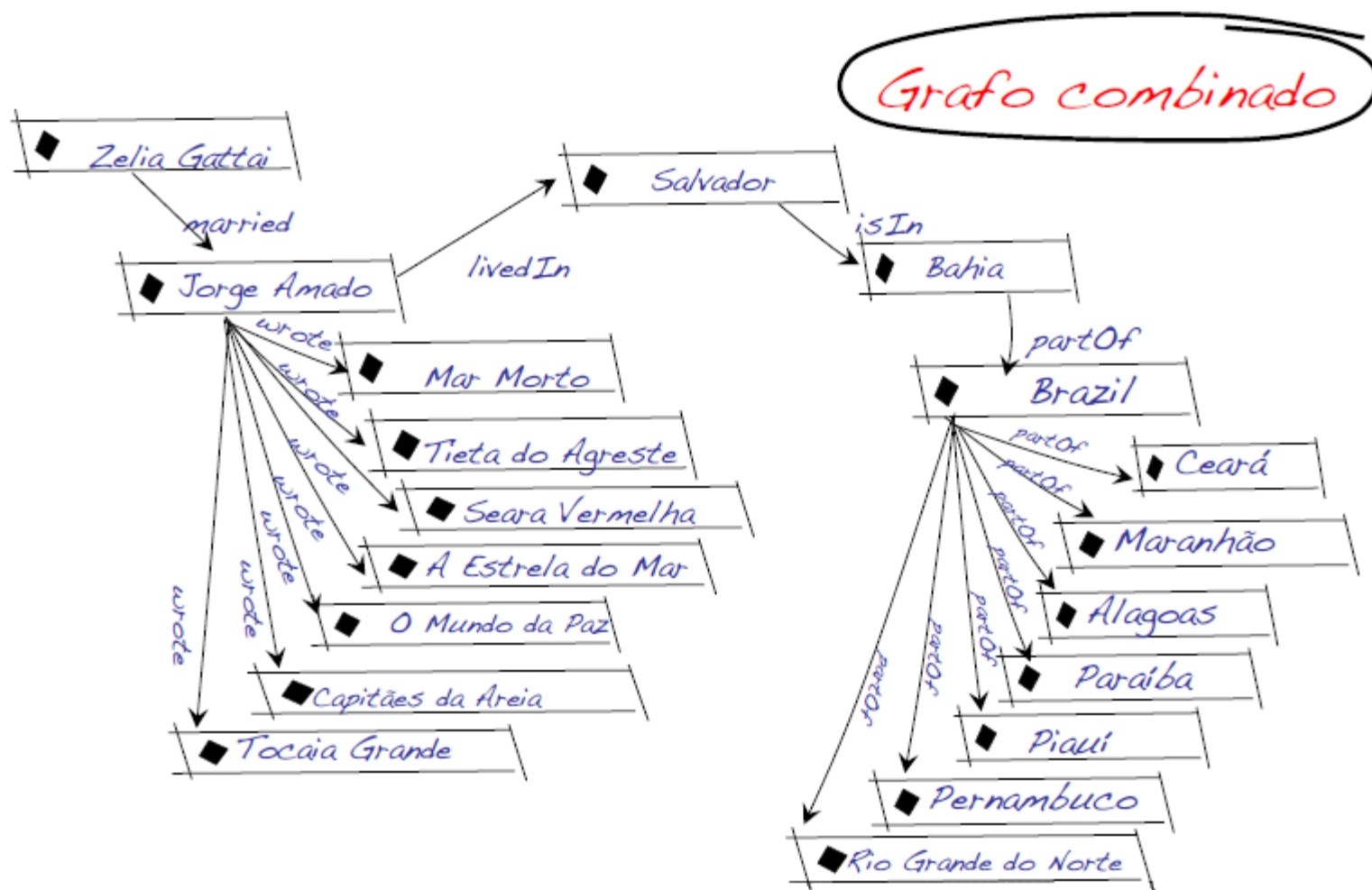
fonte 3





LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

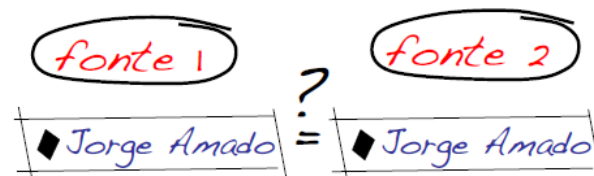
... podem ser combinadas em um mesmo grafo!





LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

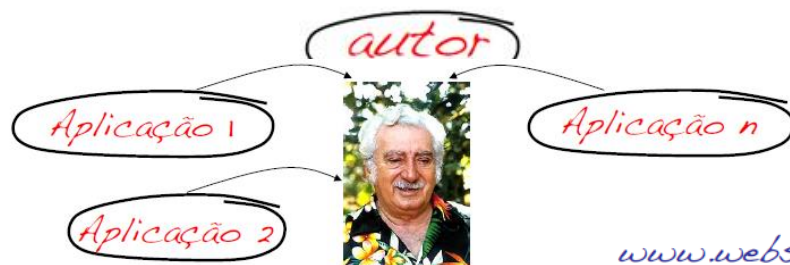
- Mas como os grafos são combinados?
- Como saber que os nós em conjuntos de dados diferentes são correspondentes?
- Solução: URI (*Uniform Resource Identifiers*)
 - URIs podem ser usados para identificação única de recursos
 - URI é qualquer identificador único (ex: cpf, isbn, URL)





LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

- Jorge Amado? ... todo mundo conhece!
- Por meio das URIs, cada recurso pode ter um identificador global e único na Web!
- Finalmente aplicações Web podem fazer referência a mesma “coisa”! Basta referenciar o mesmo URI!



www.websemantica.com.br/exemplosLit#JorgeAmado



www.websemantica.com.br/exemplosFound#JorgeAmado



LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

- Mas esse URI é muito grande!
- Simplificação: namespaces!

namespace: identifier

www.websemantica.com.br/exemplosLit#

<i>subject</i>	<i>predicate</i>	<i>object</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : Mar Morto</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : Tieta do Agreste</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : Capitães da Areia</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : Seara Vermelha</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : O Mundo da Paz</i>

Livros de Jorge Amado **com qnames**

www.websemanticaUFV.com.br/exemplosGeo#

<i>subject</i>	<i>predicate</i>	<i>object</i>
<i>geo: Bahia</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>
<i>geo: Piauí</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>
<i>geo: Ceará</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>
<i>geo: Maranhão</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>
<i>geo: Paraíba</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>

Informações geográficas **com qnames**

<i>subject</i>	<i>predicate</i>	<i>object</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : Mar Morto</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>lit : wrote</i>	<i>lit : Tieta do Agreste</i>
<i>bio : Zélia Gattai</i>	<i>bio : married</i>	<i>lit : Jorge Amado</i>
<i>bio : Zélia Gattai</i>	<i>bio : livedWith</i>	<i>lit : Jorge Amado</i>
<i>lit : Jorge Amado</i>	<i>bio : livedIn</i>	<i>geo: Salvador</i>
<i>geo : Salvador</i>	<i>geo : isIn</i>	<i>geo: Bahia</i>
<i>geo: Bahia</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>
<i>geo: Ceará</i>	<i>geo: partOf</i>	<i>geo: Brazil</i>

triplos **com namespaces** variados



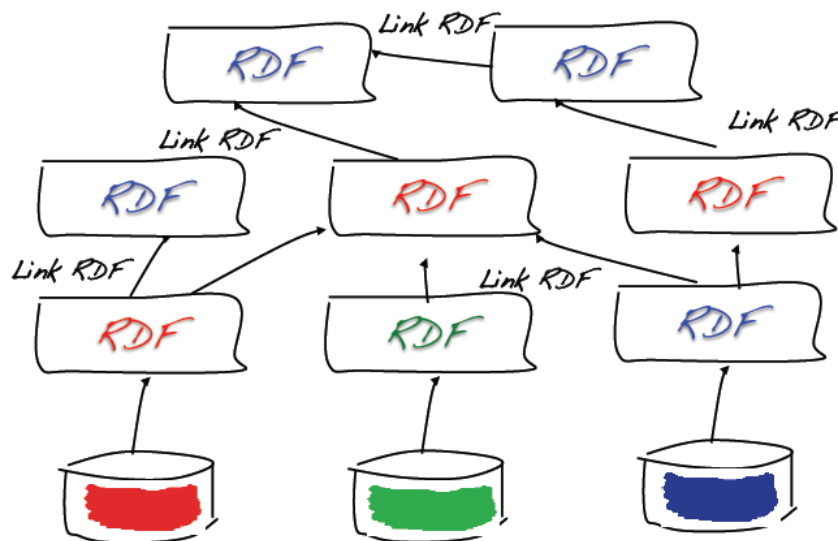
LINKED DATA – Resource Description Framework (RDF)

- Resumindo ...
 - recurso
 - RDF
 - URI
- Mas o que *Linked Data* tem a ver com essa história toda?



LINKED DATA – O que é o *Linked Data*?

- **Linked Data:** Conjunto de melhores práticas para a publicação de dados estruturados na Web



“Linked Data is about using the Web to connect related data that wasn't previously linked, or using the Web to lower the barriers to linking data currently linked using other methods.” [linkeddata.org]

“A term used to describe a recommended best practice for exposing, sharing, and connecting pieces of data, information, and knowledge on the Semantic Web using URIs and RDF.” [wikipedia]



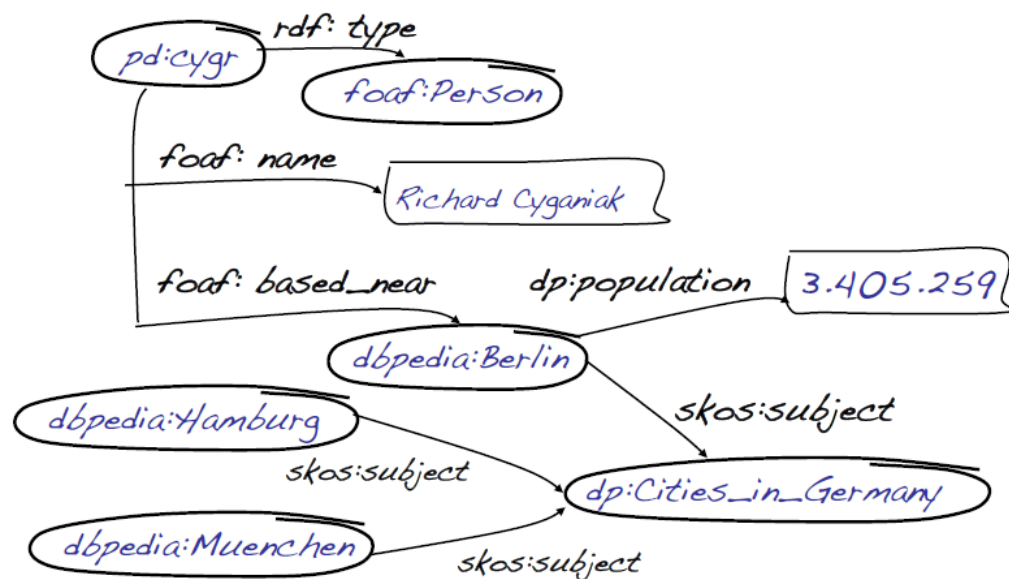
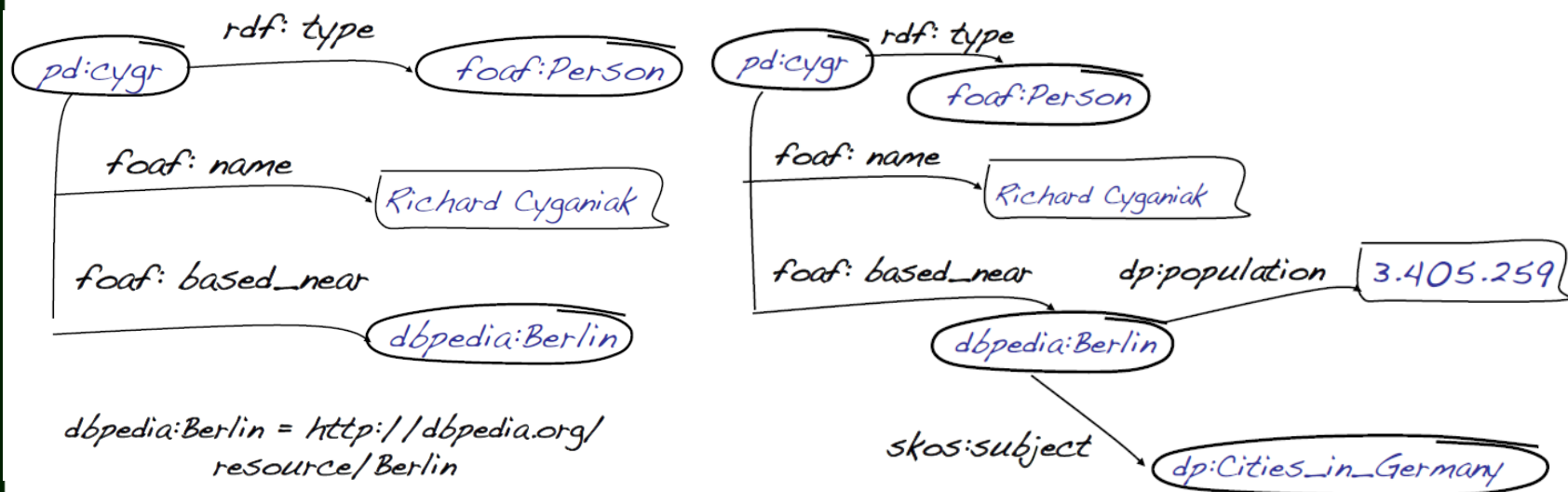
LINKED DATA – O que é o *Linked Data*?

– Princípios do *Linked Data*:

- usar URIs como nomes para recursos
- usar URIs HTTP para que as pessoas possam encontrar esses nomes
- quando alguém procurar por uma URI, através dessa, providenciar informações úteis, por meio de RDFs
- incluir sentenças RDF que ligam para outras URIs de forma que eles possam descobrir mais recursos



LINKED DATA – O que é o Linked Data?





LINKED DATA – Web de dados

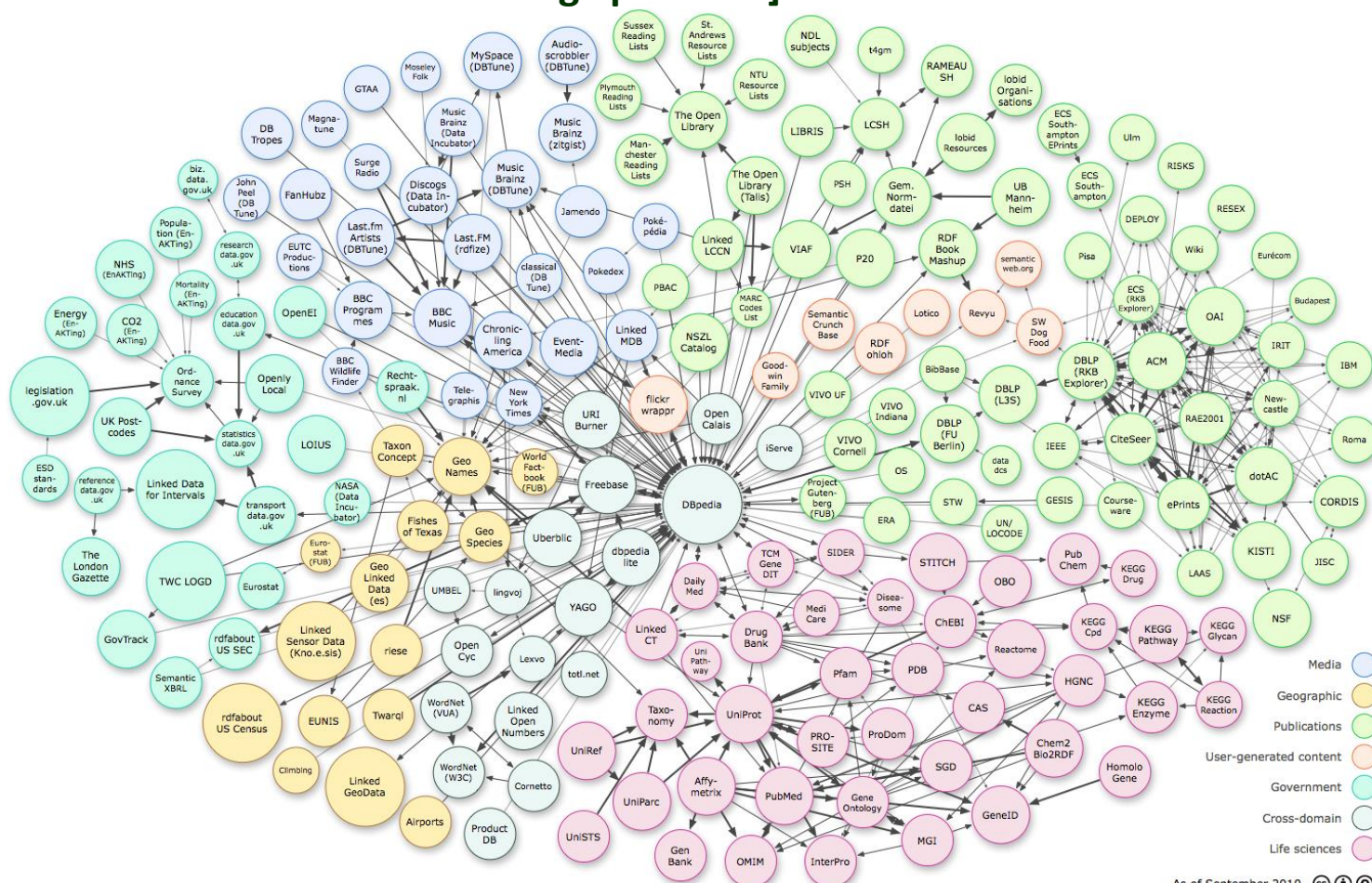
- Finalmente, chegamos ao espaço global de dados, a Web de Dados, onde:
 - qualquer pessoa pode publicar seus dados na Web de Dados
 - itens de dados são conectados por links
 - aplicações podem descobrir novas fontes navegando pelos links
 - os dados são auto descritivos



LINKED DATA – Linking Open Data

“The goal of the W3C SWEOL Linking Open Data community project is to extend the Web with a data commons by publishing various open data sets as RDF on the Web and by setting RDF links between data items from different data sources.”

[<http://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>]





LINKED DATA – Linking Open Data

– Informação importante:

- os nós são conjuntos de dados publicados em formato Linked Data
- o tamanho dos círculos corresponde ao número de triplas em cada conjunto de dados
- as setas indicam a existência de pelo menos 50 ligações entre dois conjuntos de dados
- uma ligação (link) é uma tripla RDF, onde sujeito e objeto estão em namespaces de conjuntos de dados diferentes



LINKED DATA – Publicando no *Linking Open Data*

- Dicas para a publicação de dados na nuvem do LOD:
 - usar URIs HTTP para tudo
 - definir seus URIs em um namespace HTTP que fique sob seu controle
 - usar URIs curtos e que possam ser facilmente lembrados
 - dar preferência aos vocabulários conhecidos
 - **Friend-of-a-Friend** (FOAF): para descrever pessoas
 - **Semantically-Interlinked Online Communities** (SIOC): vocabulários para representar comunidades online
 - **Description of a Project** (DOAP): vocabulários para descrever projetos
 - **Music Ontology**: providencia termos para descrever artistas, álbuns e trilhas sonoras
 - **Creative Commons** (CC): descrever termos de licença

Várias outras regras para a escolha de uma boa URI em
<http://www4.wiwi.fu-berlin.de/bizer/pub/LinkedDataTutorial/>



LINKED DATA – Publicando no *Linking Open Data*

“DBpedia is a community effort to extract structured information from Wikipedia and to make this information available on the Web. DBpedia allows you to ask sophisticated queries against Wikipedia, and to link other data sets on the Web to Wikipedia data.” [<http://dbpedia.org>]





LINKED DATA – Aplicações

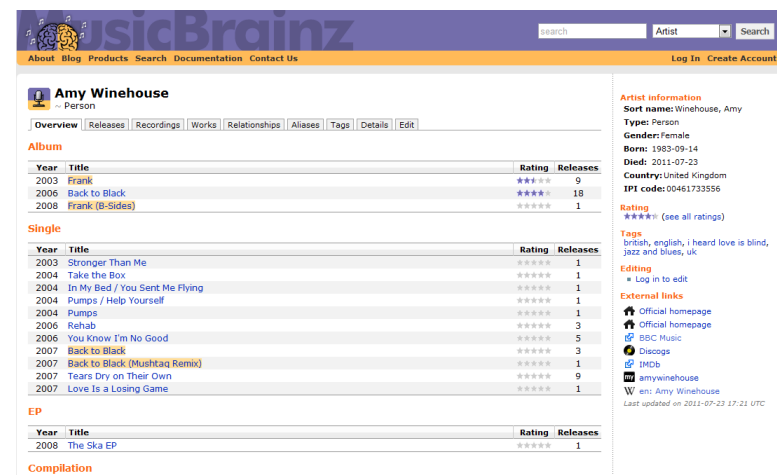
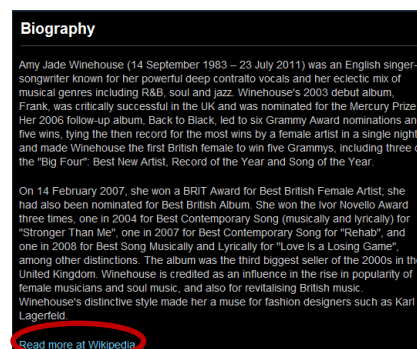
MODELOS CONCEITUAIS (ONTOLOGIAS) E O PARADIGMA DA WEB SEMÂNTICA



<http://www.bbc.co.uk>



http://en.wikipedia.org/wiki/Amy_Winehouse



<http://musicbrainz.org/artist/dfe9a7c4-8cf2-47f4-9dcdb233c2b86ec3>



LINKED DATA – Aplicações

MODELOS CONCEITUAIS (ONTOLOGIAS) E O PARADIGMA DA WEB SEMÂNTICA

Fortaleza all countries [advanced search](#)

enter a location name, ex: "Paris", "Mount Everest", "New York"

Browse the names

- [Countries](#)
- [Largest cities](#)
- [Highest mountains](#)
- [Capitals](#)
- [Postal codes](#)
- [Wikipedia](#)
- [Country statistics](#)
- [Recent modifications](#)

Information

- [About GeoNames](#)
- [Data sources](#)
- [User manual](#)
- [Ambassadors and Team](#)
- [Forum](#)
- [Blog](#)
- [Mailing list](#)
- [Donations and Sponsoring](#)
- [Commercial support and consulting](#)

Download

- [Info](#)
- [Download server](#)
- [Premium Data](#)

Web Services

- [Overview](#)
- [Documentation](#)
- [Client libraries](#)
- [Premium Web Services](#)

GeoNames Home | Postal Codes | Download / Webservice | About

Fortaleza all countries [advanced search](#)

238 records found for "Fortaleza"

Name	Country	Feature class	Latitude	Longitude
1 Fortaleza	Brazil, Ceará	seat of a first-order administrative division	5° 3' 43' 2" N	38° 32' 35" W
2 Praia Formosa	Brazil	beach	5° 3' 43' 21" N	38° 31' 28" W
3 Praia de Pirambu	Brazil	beach	5° 3' 43' 21" N	38° 31' 28" W
4 Fortaleza	Brazil, Ceará	second-order administrative division	5° 3' 43' 21" N	38° 31' 28" W
5 Poço da Draga	Brazil	section of populated place	5° 3' 43' 21" N	38° 31' 28" W
6 Iracema Othon Travel	Brazil	hotel	5° 3' 43' 21" N	38° 31' 28" W
7 Praia de Iracema	Brazil	beach	5° 3' 43' 21" N	38° 31' 28" W

GeoNames Home | Postal Codes | Download / Webservice | About

Map center : 5° 3' 43' 1" N 38° 32' 34" W

cc BY

GeoNames <http://www.geonames.org/>

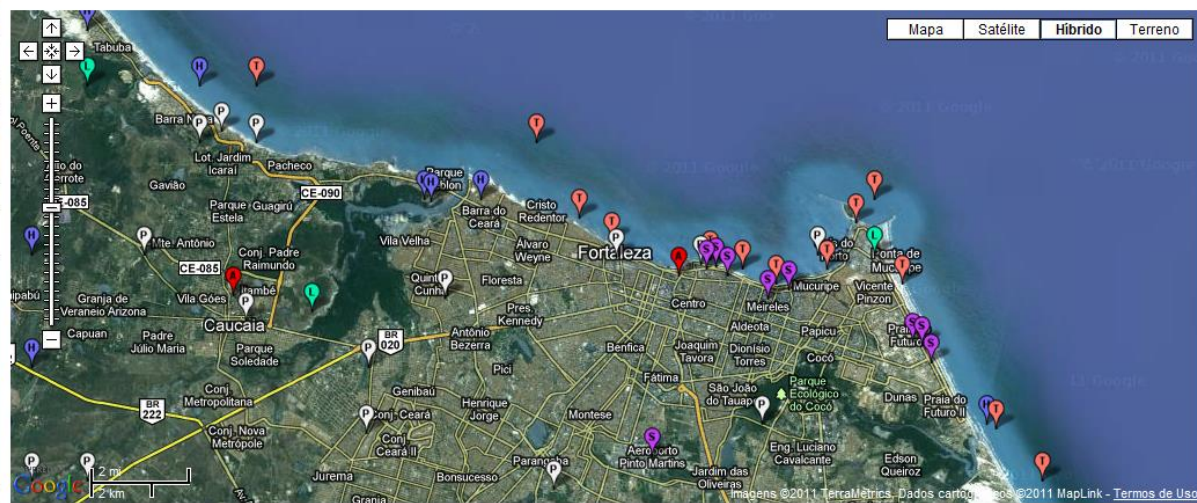
POWERED BY Google

Terms de Uso

GeoNames Wikipedia

features

- ☐ city, village, ...
- ☐ mountain, hill, rock, ...
- ☐ stream, lake, ...
- ☐ country, state, region, ...
- ☐ parks, area, ...
- ☐ road, railroad
- ☐ spot, building, farm
- ☐ forest, heath, ...
- ☐ undersea



only 50 objects displayed, zoom in or deselect some features

Name	country	feature	km to center
1 Fortaleza	Brazil	seat of a first-order administrative division	0.03 km
2 Praia Formosa	Brazil	beach	0.53 km
3 Praia de Pirambu	Brazil	beach	1.78 km
4 Fortaleza	Brazil	second-order administrative division	2.13 km
5 Poço da Draga	Brazil	section of populated place	2.78 km
6 Iracema Othon Travel	Brazil	hotel	2.99 km
7 Praia de Iracema	Brazil	beach	3.08 km



LINKED DATA – Considerações finais

- A Web de Dados é mais um passo na evolução da Web e no gerenciamento de dados
- Soluções existentes podem ser adaptadas e novas soluções precisam ser desenvolvidas
- O que será que vai acontecer daqui pra frente?



Serialização de RDF

– XML

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<livraria>
  <livro id="L01" ano="1936">
    <autor> Jorge Amado </autor>
    <titulo>Mar Morto</titulo>
  </livro>
  <livro id="L04" ano="1930">
    <autor>
      <nome>Rachel</nome>
      <sobrenome>de Queiroz</sobrenome>
    </autor>
    <titulo>O Quinze</titulo>
    <genero> Romance </genero>
  </livro>
</livraria>
```



Serialização de RDF

- Diferentes formas de serialização de RDF
 - RDF/XML
 - RDFa
 - Turtle
 - N-Triples



Serialização de RDF

– RDF/XML

```
<?xml version="1.0"encoding = "UTF-8" ?>
```

```
<rdf:RDF
```

```
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
```

```
  xmlns:foaf = "http://xmlns.com/foaf/0.1">
```

```
  <rdf:Description
```

```
    rdf:about = "http://pt.dbpedia.org/resource/Fernanda\_Montenegro">
```

```
    <rdf:type rdf:resource= "http://xmlns.com/foaf/0.1/Person/">
```

```
    <foaf:name> Fernanda Montenegro </foaf:name>
```

```
  </rdf:Description>
```

```
</rdf:RDF>
```

Sujeito

predicado

objeto

predicado

objeto



Serialização de RDF

– RDFa

```
<?xml version="1.0"encoding = "UTF-8" ?>
<html
  xmlns = "http://www.w3.org/1999/xhtml"
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
  xmlns:foaf = "http://xmlns.com/foaf/0.1">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type"
      content="application/xhtml+xml; charset=UTF-8"/>
    <title> Página da Fernanda Montenegro </title>
  </head>
  ...
  <body>
    <div about = http://pt.dbpedia.org/resource/Fernanda\_Montenegro
      typeof = "foaf:Person">
      <span property="foaf:name"> Fernanda Montenegro </span>
    </div>
  </body>
</html>
```

Diagram illustrating the RDFa structure within the HTML snippet:

- Sujeito** (Subject): http://pt.dbpedia.org/resource/Fernanda_Montenegro
- predicado** (Predicate): `foaf:name`
- objeto** (Object): **Fernanda Montenegro**



Serialização de RDF

– Turtle

predicado

objeto

Sujeito

@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1>

<http://pt.dbpedia.org/resource/Fernanda_Montenegro>

rdf:type foaf:Person;
foaf:name "Fernanda Montenegro".

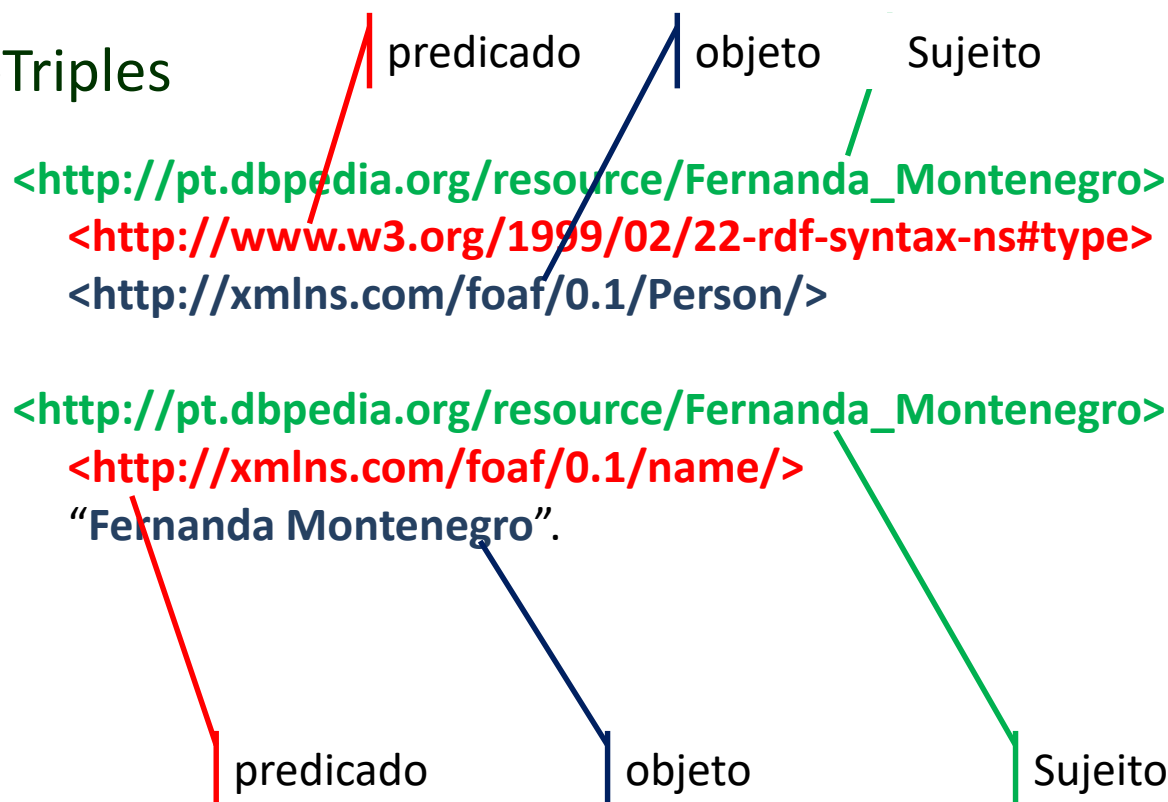
predicado

objeto



Serialização de RDF

– N-Triples





Serialização de RDF

– Quando usar?

- RDF/XML: formato já conhecido e com vasta gama de ferramentas
- RDFa: quando existe a restrição de publicação em html
- Turtle: formato mais fácil para leitura e escrita
- N-Triples: para processamento de grandes volumes de dados



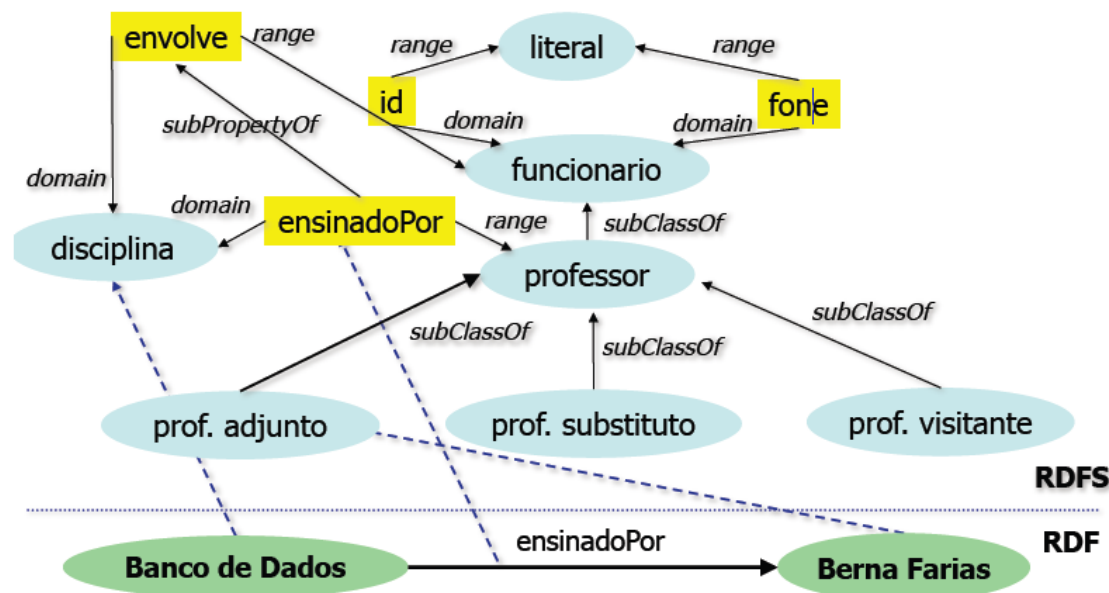
Vocabulários

- RDF provê meios para descrever recursos usando triplas $\langle s, p, o \rangle$
- Não provê meios para descrever classes e suas relações
- São necessários taxonomias, vocabulários e ontologias
- Alguns vocabulários
 - SKOS é um vocabulário para descrever hierarquias conceituais (taxonomias)
 - RDF e OWL oferecem um vocabulário para descrever modelos conceituais em termos de classes e suas propriedades
 - RDFS e OWL permitem a inferência de relacionamentos implícitos



RDFS

- Utiliza-se o RDFS em conjunto com o RDF
- Linguagem para descrever vocabulários
- Principais conceitos
 - classes
 - propriedades
 - hierarquia de classes
 - hierarquia de propriedades





```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs = "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
  <rdfs:Class rdf:ID="funcionario">
    <rdfs:comment> Classe de todos os funcionarios </rdfs:comment>
  </rdfs:Class>
  <rdfs:Class rdf:ID="professor">
    <rdfs:comment> Classe de todos os professores </rdfs:comment>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#funcionario"/>
  </rdfs:Class>
  <rdfs:Class rdf:ID="disciplina">
    <rdfs:comment> Classe de todas as disciplinas</rdfs:comment>
  </rdfs:Class>
  ...
```



...

```
<rdf:Property rdf:ID="envolve">
```

```
  <rdfs:comment> Relaciona disciplinas a funcionarios /rdfs:comment>
```

```
  <rdfs:domain rdf:resource="#disciplina"/>
```

```
  <rdfs:range rdf:resource="#funcionario"/>
```

```
</rdf:Property/>
```

```
<rdf:Property rdf:ID="ensinadoPor">
```

```
  <rdfs:comment> Herda domain e o range da propriedade envolve
```

```
  </rdfs:comment>
```

```
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#envolve"/>
```

```
</rdf:Property/>
```

...

```
</rdf:RDF>
```




RDFS

- Muito limitada para descrever detalhes dos recursos
 - não permite especificar
- Restrições de cardinalidade
- Propriedades transitivas, inversas ou simétricas
- Disjunção de classes



– RDF e RDFS

- RDF
 - modelo de dados para descrever recursos da Web
 - complementa XML oferecendo significado para o aninhamento de tags
- RDFS
 - linguagem para descrever vocabulários para domínios específicos
 - linguagem primitiva para descrição de ontologias



Ontologias

- Ramo da Filosofia que lida com a natureza e organização da realidade
 - o que é ser?
 - quais as características comuns a todos os seres?
- Ciência do ser (Aristóteles)
- importantes para compartilhar conhecimento comum sobre a estrutura da informação:
 - entre pessoas
 - entre agentes de software

“A definição dos termos utilizados na descrição e na representação de uma área do conhecimento.” **[W3C – World Wide Web Consortium]**

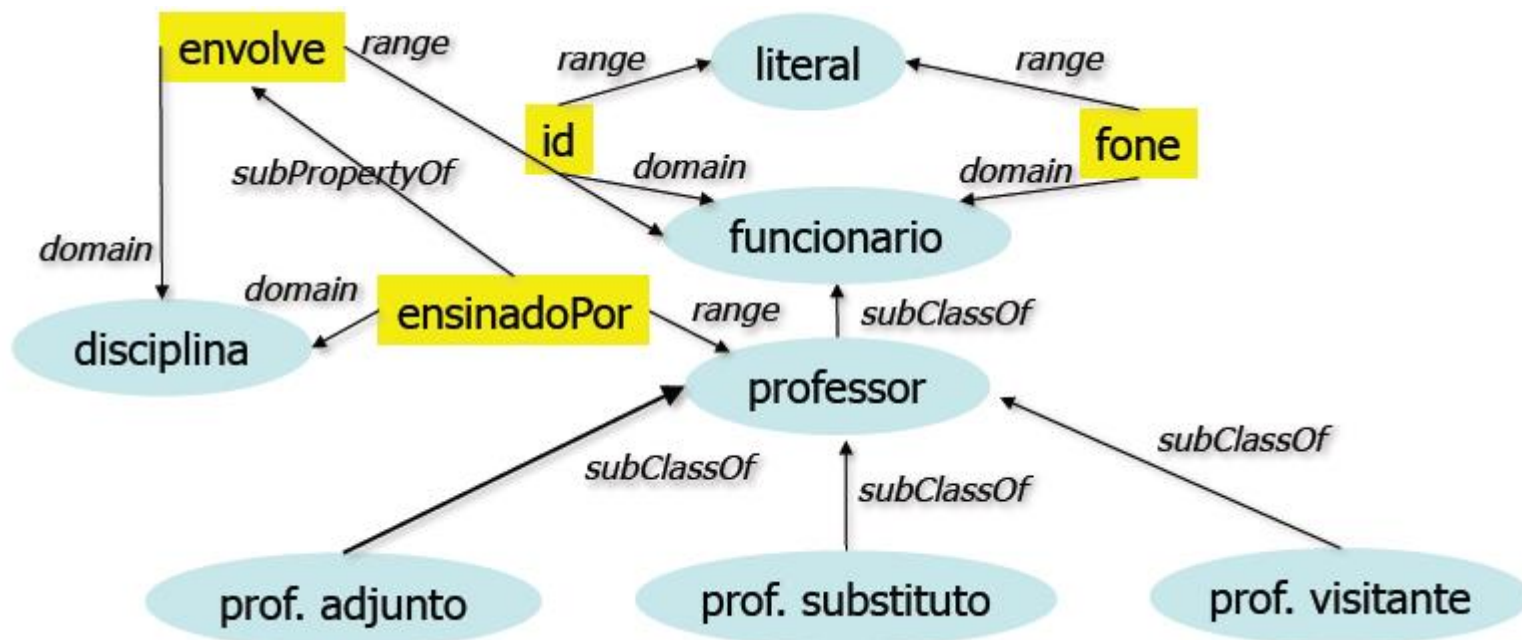


Ontologias

- Úteis para permitir a reutilização do conhecimento sobre um domínio:
 - para evitar a “reinvenção da roda”
 - para introduzir padrões que permitam a interoperabilidade entre aplicações
- Devem prover descrições para:
 - classes (“conceitos”) nos vários domínios de interesse
 - relacionamentos entre esses “conceitos”
 - propriedades que essas “conceitos” devem possuir
- Requisitos das linguagens para a definição de ontologias:
 - sintaxe bem-definida (informação poderá ser processada)
 - semântica formal (define o conhecimento precisamente)
 - suporte para raciocínio (permite checar a consistência da ontologia, classificar instâncias)
 - poder de expressividade



Ontologias





OWL

- É uma evolução da linguagem DAML + OIL
- Proposta pelo W3C
- Projetada para descrever a estrutura de um domínio em termos de ...
 - classes
 - instâncias
 - propriedades



– Cabeçalho

```
<?xml version="1.0"?>  
<rdf:RDF  
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"  
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"  
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"  
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">
```

– Definição de classes

```
<owl: Class rdf: ID="ProfessorAdjunto">  
  <rdfs: subClassOf rdf: resource="#Professor"/>  
</owl: Class>
```



– Disjunção de classes

```
<owl:Class rdf:about="ProfessorAdjunto">  
  <owl:disjointWith rdf:resource="#ProfessorSubstituto"/>  
  <owl:disjointWith rdf:resource="#ProfessorVisitante"/>  
</owl:Class>
```

– Equivalência entre classes

```
<owl:Class rdf:ID="Docente">  
  <owl:equivalentClass rdf:resource="#Professor"/>  
</owl:Class>
```




OWL

- Propriedades
 - estabelecem relacionamentos indivíduo-indivíduo e/ou indivíduo-dados
- Propriedades de objeto
 - Ex: ensinadoPor
- Propriedade de tipo de dados
 - Ex: nome, fone



– Propriedade de Tipo de Dados

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="idade">  
  <rdfs:range  
    rdf:resource =  
      "http://www.w3.org.2001/XMLSchema#NonNegativeInteger"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

– Propriedade de Objeto

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="ensinadoPor">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#Disciplina"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="#Professor"/>  
  <rdfs:subpropertyof rdf:resource="#envolve"/>  
</owl:objectProperty>
```



– Propriedades inversas

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID= "ensina">  
  <rdfs:range rdf:resource= "#Disciplina"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource= "#Professor"/>  
  <owl:inverseof rdf:resource= "#ensinadoPor"/>  
</owl:objectProperty>
```



– Restrições das propriedades

- Valores (allValuesFrom, someValuesFrom, hasValue)

```
<owl:Class rdf:about= "#disciplinaObrigatoria">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource= "#ensinadoPor"/>  
      <owl:allValuesFrom rdf:resource= "ProfessorAdjunto"/>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

Toda disciplina obrigatória tem que ser ensinada por um professor adjunto!

```
<owl:Class rdf:about= "#disciplinaBD">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty  
        rdf:resource= "#ensinadoPor"/>  
      <owl:hasValue rdf:resource= "#91002043"/>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

Todas as disciplinas de BD têm que ser ensinadas pela Prof. Berna Farias!



– Restrições das propriedades

- Valores (allValuesFrom, someValuesFrom, hasValue)

```
<owl:Class rdf:about= "#professor">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource= "#ensina"/>  
      <owl:someValuesFrom rdf:resource= "#DisciplinaPosGraduacao"/>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

Todos os professores
devem ensinar pelo
menos uma disciplina da
pós-graduação!



– Restrições das propriedades

- Cardinalidade (maxCardinality, minCardinality, Cardinality)

```
<owl:Class rdf:about= "#disciplina">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:onProperty rdf:resource= "#ensinadoPor"/>  
      <owl:minCardinality rdf:datatype= "&xsd;nonNegativeInteger">  
        1  
      </owl:minCardinality>  
    </owl:Restriction>  
  <rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```



– Propriedades das propriedades: são definidas diretamente nas propriedades

- owl:TransitiveProperty
- owl:SymmetricProperty
- owl:FunctionalProperty
- ...

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID= "temMesmaNota">  
  <rdf:type rdf:resource= "&owl;TransitiveProperty"/>  
  <rdf:type rdf:resource= "&owl;SymmetricProperty"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource = "#aluno"/>  
  <rdfs:range rdf:resource = "#aluno"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID= "supervisor">  
  <rdf:type rdf:resource= "&owl;FunctionalProperty"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource = "#professor"/>  
  <rdfs:range rdf:resource = "#professor"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

Um professor tem no máximo um supervisor!



– Criação de instâncias

```
<rdf:Description rdf:ID = "91887711">  
  <rdf:type rdf:resource = "#professor">  
</rdf:Description>
```

ou

```
<professor rdf:ID = "91887711"/>
```




Reuso de termos

- Sempre que possível, faça uso de termos existentes
- Alguns vocabulários:

Vocabulary prefix	Vocabulary link
dc	http://purl.org/dc/elements/1.1/
foaf	http://xmlns.com/foaf/0.1/
skos	http://www.w3.org/2004/02/skos/core#
geo	http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#
xhtml	http://www.w3.org/1999/xhtml/vocab#
akt	http://www.aktors.org/ontology/portal#
bibo	http://purl.org/ontology/bibo/
mo	http://purl.org/ontology/mo/
vcard	http://www.w3.org/2006/vcard/ns#
sioc	http://rdfs.org/sioc/ns#
cc	http://creativecommons.org/ns#
geonames	http://www.geonames.org/ontology#
frbr	http://purl.org/vocab/frbr/core#
xsd	http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
time	http://www.w3.org/2006/time#
event	http://purl.org/NET/c4dm/event.owl#
dbpedia	http://dbpedia.org/resource/



SPARQL

- Como navegar nos grafos RDF?
- SPARQL: Simple Protocol and RDF Query Language
 - linguagem baseada em casamento de padrões (*pattern matching*)
 - a ideia geral consiste em casar os padrões de triplas expressos na consulta com as triplas dos documentos rdf consultados
 - 03 formas básicas: **SELECT**, ASK, CONSTRUCT
- Componentes básicos de uma consulta SPARQL:

declaracao do prefix (abreviacao das URIs)

PREFIX foo:

...

declaracao dos acessos ao grafos

FROM ...

parametros a serem encontrados

SELECT ...

query pattern

WHERE {

... }



SPARQL

- Consulta: retorne os objetos de indivíduos (apenas os 10 primeiros) que tenham a propriedade **foaf:name** declarada

```
select ?name
where{
  ?person foaf:name ?name .
} limit 10
```

- Consulta: retorne os nomes das pessoas que são atrizes

```
select ?name
where {
  ?person foaf:name ?name .
  ?person dbpedia-owl:occupation dbpedia-pt:Atriz .
} limit 10
```



- Consulta: retorne os nomes das atrizes que nasceram na cidade do Rio de Janeiro

```
select ?name
where {
  ?person dbpedia-owl:occupation dbpedia-pt:Atriz .
  ?person foaf:name ?name .
  ?person dbpedia-owl:birthPlace ?cidade.
  filter (?cidade = <http://pt.dbpedia.org/resource/
    Rio_de_Janeiro_(cidade)>).
} limit 100
```



- Consulta: retorne os nomes das pessoas que atuaram no filme “Casa de Areia” e nasceram na cidade do Rio de Janeiro

```
select ?name
where {
  ?filme dbpedia-owl:starring ?person.
  ?person foaf:name ?name.
  ?person dbpedia-owl:birthPlace ?cidade.
  filter (?cidade =
           <http://pt.dbpedia.org/resource/Rio_de_Janeiro_(cidade)>
  &&    ?filme = <http://pt.dbpedia.org/resource/Casa_de_Areia>).
} limit 100
```

Quer fazer? Acesse <http://pt.dbpedia.org/sparql>



- Consulta: Qual o clima, vegetação e altitude da cidade de Brasília?

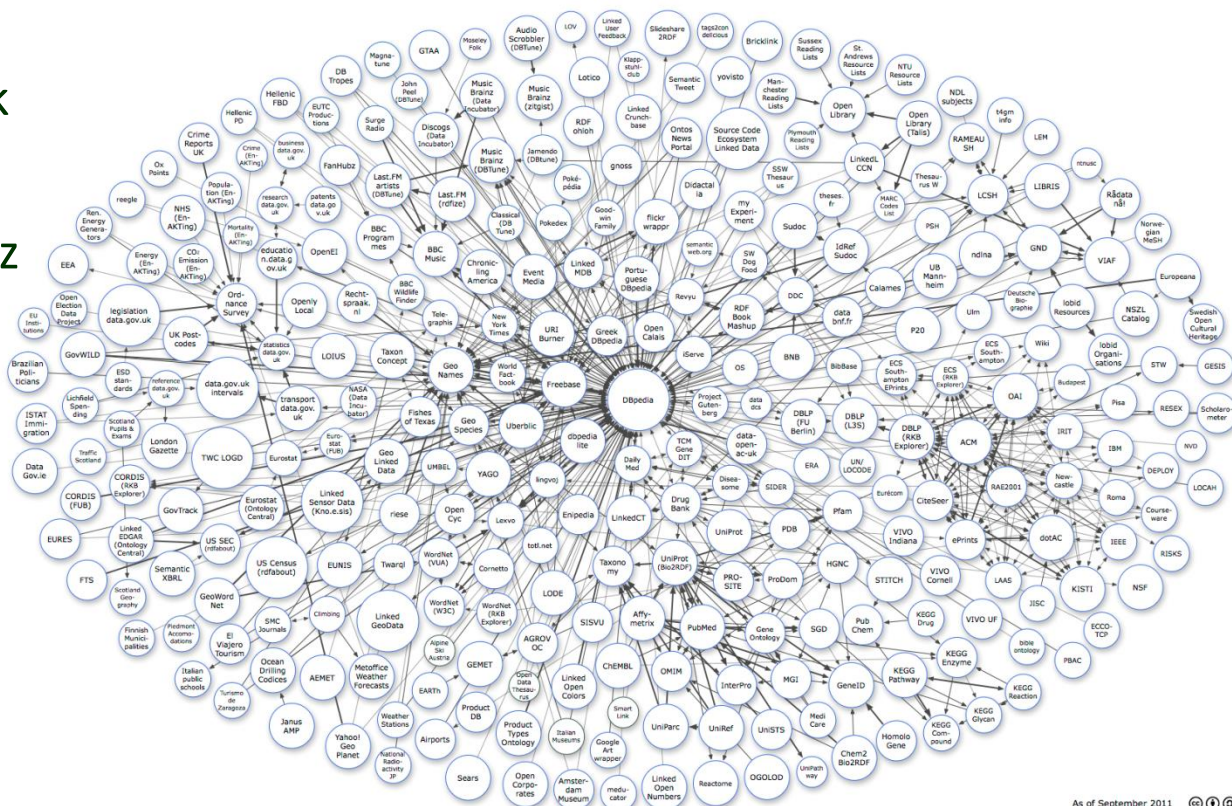
```
SELECT * WHERE {  
  ?cidade dbpprop-pt:bioma ?vegetacao .  
  ?cidade dbpprop-pt:altitude ?altitude .  
  ?cidade dbpedia-owl:areaTotal ?areaT .  
  ?cidade rdfs:label "Brasília"@pt .  
}
```

- Consulta: Recupere as missões realizadas pelo astronauta Neil Armstrong

```
SELECT ?nome, ?missao WHERE {  
  ?neil dbpedia-owl:mission ?missao .  
  <http://pt.dbpedia.org/resource/Neil_Armstrong> foaf:name ?nome .  
  ?neil rdf:type dbpedia-owl:Astronaut .  
  ?neil rdfs:label "Neil Armstrong"@pt .  
}
```

- Alguns *endpoints*:

- Dbpedia
- Geonames
- Freebase
- DBLP
- Data.gov.uk
- BBC
- MusicBrainz
- ...



– Atributos FOAF a serem utilizados:

- foaf:givenName
 - Descrição: Primeiro nome
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Person
 - Alcance: xsd:string
- foaf:familyName
 - Descrição: Sobrenome
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Person
 - Alcance: xsd:string
- foaf:age
 - Descrição: Idade
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Person
 - Alcance: xsd:integer
- foaf:gender
 - Descrição: Gênero
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Person
 - Alcance: xsd:string

– Atributos vCard a serem utilizados:

- vcard:adr
 - Descrição: Relação com um endereço
 - Tipo: Object Property
 - Domínio: foaf:Person
 - Alcance: xsd:string
- vcard:locality
 - Descrição: Cidade
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Address
 - Alcance: xsd:string
- vcard:country-name
 - Descrição: País
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Address
 - Alcance: xsd:string
- vcard:postal-code
 - Descrição: Código Postal (CEP)
 - Tipo: DataType Property
 - Domínio: foaf:Address
 - Alcance: xsd:string