

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARCELO VINICIUS SANTOS

META-IMAGEM: ANOTAÇÃO DE IMAGENS COM USO DE WEB SEMÂNTICA
PARA SUPORTE A CLASSIFICAÇÃO EM APLICAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2008.

MARCELO VINICIUS SANTOS

**META-IMAGEM: ANOTAÇÃO DE IMAGENS COM USO DE WEB SEMÂNTICA
PARA SUPORTE A CLASSIFICAÇÃO EM APLICAÇÕES DE RECUPERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência
da Computação da Universidade do
Extremo Sul Catarinense.

Orientadora: Prof. M.Sc. Leila Laís
Gonçalves

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2008.

MARCELO VINICIUS SANTOS

Meta-Imagem: Anotação de Imagens com o Uso de Web Semântica para Suporte a Classificação em Aplicações de Recuperação

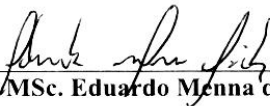
Submetido ao corpo docente do Curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Prof. MSc. Rogério Antônio Casagrande
Coordenador Adjunto do Curso de Ciência da Computação

Banca Examinadora:



Profa. MSc. Leila Laís Gonçalves
Orientadora



Prof. MSc. Eduardo Menna da Silva



Prof. Fabrício Giordani

*Dedico este trabalho a minha família, amigos,
professores e colegas do curso.*

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho só foi possível graças ao apoio dos amigos, familiares e professores, e também graças as diretrizes da minha orientadora, professora Leila.

A todos estes, e aqueles que não foram citados, eu agradeço, pelas palavras de conforto, pela amizade, e pelos conselhos, a todos vocês, o meu muito obrigado.

*“A mente que se abre a uma nova idéia jamais
voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho aborda a representação de imagens por atributos visando à proposição de um modelo de anotação semântica aplicando padrões de *Web Semântica* como as linguagens XML e OWL, RDF e metadados *Dublin Core*. Para validação do modelo foi desenvolvido um protótipo para anotação de imagens com suporte a classificação em aplicações de recuperação de informação. Pois as imagens contidas na Web possuem poucas informações a seu respeito, o que faz com que buscadores cheguem a resultados poucos precisos e redundantes. As seguintes tecnologias foram utilizadas no protótipo: *Java Server Pages* para a construção do protótipo com suporte a *Web*, e para o processamento server-side, *Extensible Markup Language* para a anotação bruta das imagens, o padrão de metadados *Dublin Core* para a representação das imagens, *Resource Description Framework* para a representação dos metadados, *Ontology Web Language* para fornecer um mecanismo de obtenção da semântica. O resultado da anotação semântica da imagem usando o protótipo Meta-imagem é o suporte à sua classificação a partir do atributo “*creator*” possibilitando melhor organização e facilitando a recuperação de informações.

Palavras-chave: Web Semântica, Anotação de Imagens, XML, RDF, OWL.

ABSTRACT

This article is about representation of images for attributes to the proposition of a model of semantic annotation using Semantic Web standards such as XML and languages OWL, RDF and Dublin Core metadata. To validate the model was developed a prototype for annotation of images with applications to support the classification of recovering information. Technologies were used in the prototype: Java Server Pages to build the prototype with support for Web, and the server-side processing, Extensible Markup Language for the annotation of raw images, the standard metadata Dublin Core for the representation of images, for the Resource Description Framework representation of metadata, Web Ontology Language to provide a mechanism for obtaining of semantics. The result of the semantic annotation of the image using the prototype Meta-image is the support of their classification from the “creator” attribute allowing better organizing and facilitating the recovery of information.

Keywords: Semantic Web, annotation of images, XML, RDF, OWL.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arquitetura da Web Semântica.	23
Figura 2. Exemplo de XML Schema.	26
Figura 3 - Descrição com base em texto.....	38
Figura 4 - Modelo do recurso <i>Dublin Core</i>	41
Figura 5 - Descrição do Modelo <i>Dublin Core</i>	42
Figura 6 - Modelo do Vocabulário <i>Dublin Core</i>	43
Figura 7 - Exemplificação do processo de anotação.	49
Figura 8- Página inicial do Meta-Imagem.	50
Figura 9- Imagem utilizada nos testes.	51
Figura 10 - Formulário para anotação da imagem.	51
Figura 11 - Validação dos Campos.....	52
Figura 12 - Dica do Campo Criador.	52
Figura 13- Arquivo XML gerado pelo Meta-Imagem.	53
Figura 14 - Validação do XML.....	54
Figura 15 - RDF gerado a partir do XML.....	55
Figura 16 - Validação do RDF.....	56
Figura 17- Tela de boas vindas da ferramenta Protégé.	58
Figura 18 - Solicitação da URI do arquivo OWL.	58
Figura 19 - Alerta gerado devido a existência de erros na URI.	59
Figura 20 - Tela principal do Protégé, após a abertura com sucesso da URI.	60
Figura 21 - Anotação do atributo <i>creator</i>	61
Figura 22 - Tipo do valor do atributo.....	61
Figura 23 - Todos atributos anotados com êxito.....	62

Figura 24 - Exportando as anotações para o arquivo OWL.....	63
Figura 25 - Inclusão dos Namespaces no arquivo OWL.....	64
Figura 26 - Listando imagens por autores.	64
Figura 27 - Listando imagens anotadas do auto Leandro Moraes.	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo de Declaração RDF.....	30
Quadro 2 - Níveis de análise da imagem.....	34
Quadro 3 - Categorias de descrição de imagens.....	35
Quadro 4 – Divisão das categorias de descrição de imagens.....	35
Quadro 5 - Componentes do Esquema do <i>Dublin Core</i>	40

LISTA DE SIGLAS

EXIF	<i>Exchangeable Image File Format</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
JPG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
JS	<i>JavaScript</i>
IPTC	<i>International Press and Telecommunications Council</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HiperText Transfer Protocol</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>Resource Description Framework Schema</i>
RIF	<i>Rule Interchange Format</i>
SGML	<i>Standard Generalized Markup</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVO GERAL	17
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.3	JUSTIFICATIVA.....	18
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2	WEB SEMÂNTICA.....	21
2.1	ARQUITETURA DA WEB SEMÂNTICA.....	22
2.2	UNICODE E URI	23
2.2.1	URI	24
2.3	A CAMADA XML, NAMESPACES E XML SCHEMA	24
2.3.1	XML	24
2.3.2	XML NamesSpaces	25
2.3.3	XML Schema	25
2.4	A CAMADA DE ONTOLOGIA	26
2.4.1	Classificação e Construção de Ontologias.....	27
2.4.2	OWL	29
2.5	A CAMADA RDF	29
2.6	A CAMADA LÓGICA	30
2.7	A CAMADA DE PROVA, CONFIANÇA E ASSINATURA DIGITAL.	31
3	REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS.....	32
3.1	NÍVEIS DE ANÁLISE.....	32
3.2	DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS	33
3.3	CATEGORIAS DE DESCRIÇÃO DA IMAGEM.....	34

	14
4 METADADOS	37
4.1 TÉCNICAS DE DESCRIÇÃO E RECUPERAÇÃO DE IMAGENS	37
4.1.1 Descrição e Recuperação de Imagens Baseada em Texto	37
4.1.2 Descrição e Recuperação de Imagens Baseada em Atributos.....	38
4.1.3 Descrição e Recuperação de Imagens Baseada em Ontologias	39
4.2 DUBLIN CORE.....	40
4.2.1 Modelo Abstrato do Padrão Dublin Core	41
5 TRABALHOS CORRELATOS	44
5.1 ONTOSAIA	44
5.2 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS USANDO COMBINAÇÃO DE CLASSIFICADORES E INFORMAÇÃO CONTEXTUAL	44
5.3 INDEXAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FOTOGRAFIAS BASEADAS NA TÉCNICA FOTOGRÁFICA E NO CONTEÚDO DA IMAGEM.....	45
5.4 WEB SEMÂNTICA.....	46
6 ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS NA WEB BASEADA EM ONTOLOGIA.....	47
6.1 METODOLOGIA	47
6.2 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS	48
6.3 MODELAGEM DO PROTÓTIPO E INÍCIO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO.....	48
6.4 ENVIO DA IMAGEM E A ANOTAÇÃO DO XML.....	50
6.5 GERANDO O RDF.....	55
6.6 GERANDO O ARQUIVO OWL.....	57
6.7 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS.....	64
6.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65

1 INTRODUÇÃO

O uso de fotografias digitais na *Internet* cresce substancialmente e seu número é praticamente incontável. Fatores como compressão nos formatos de arquivos de imagem reduzindo seu tamanho e mantendo qualidade aceitável, popularização das câmeras digitais e acesso facilitado a disponibilização de imagens na *Web* a partir das redes sociais como Fotologs, Blogs, Orkut, entre outras contribuem para a concepção de um imenso palheiro imagético (SCHISLER, 2006).

Neste sentido, aumentam em igual proporção os problemas em relação ao uso de imagens, como a violação dos direitos autorais (*copyright*) que garante a autoria mesmo em caso de alteração das fotos, dificuldades na localização e recuperação das imagens visto que estes arquivos têm pouca ou nenhuma informação associada ao seu conteúdo e à sua significação. Como pode ser observado, as informações sobre a imagem vão além de seu objetivo que é a representação visual de algo. Entre as informações importantes que não estão visíveis na imagem, mas associadas a ela, estão: autor, fonte de origem, tamanhos, modelo de cores, conteúdos, data de criação e equipamento e software utilizado.

A falta de informações relevantes sobre a imagem na *Web* gera dificuldades e até mesmo impedimentos na recuperação de conteúdos, entre outros problemas como inconsistências, ambigüidades e desconexão na tentativa de encontrar imagens desejadas. É cada vez maior a necessidade de técnicas eficientes de armazenamento, indexação e recuperação de imagens digitais para que seja possível a automação de processos interpretativo da fotografia digital (CABRAL, 2006).

As anotações disponíveis na inserção de imagens em páginas *Web*, como o caso do *HyperText Markup Language* (HTML), são os atributos *title* e *alt* na *tag* de marcação de

imagem (*img*) que servem para identificar o título e representar textualmente uma imagem através de uma breve descrição. Estas informações são utilizadas para indexação automática em sistemas de buscas. Na falta destas informações, os arquivos de imagem são indexados apenas por seu nome. O problema de indexar imagens apenas pelo nome é que muitas vezes este atributo não a descreve de maneira clara e correta sendo que é comum os arquivos serem salvos seguindo padrões tanto de software quanto de equipamentos de captura (“image22.jpg”, ”foto3.jpg”).

Apenas as informações de título, descrição e nome de arquivo não são suficientes para garantir resultados mais eficientes e relevantes em buscas de imagens na *Web*. No caso de buscas a partir de palavras-chaves que contenham identificação de conteúdos específicos sobre a imagem poderá fornecer ao usuário resultados ambíguos, forçando-o a filtrar sua consulta com um maior número de palavras-chaves devido ao excesso de informação sem relevância gerada pela consulta.

Pesquisas têm apontado o uso de metadados como possível solução, para associar as informações de fotografias digitais e ainda outras que estão na imagem, mas não podem ser percebidas sem um conhecimento mais específico. No ambiente *Web*, os metadados podem auxiliar na organização, identificação, descrição, localização e recuperação de documentos. Alguns padrões de metadados para anotação de informações, alguns específicos para imagens e outros de uso genérico, estão sendo propostos. Como exemplo de padrões cita-se: Exif (*Exchangeable image file format* - Formato de arquivos de imagens intercambiáveis) cujo objetivo é dotar a imagem de informações intercambiáveis sobre as condições técnicas de captura da imagem seguindo especificações de fabricantes de câmeras digitais; IPTC-IIMM (International Press Telecommunications Council - *Information Interchange Model* - Modelo de Intercâmbio de Informações) que encapsula metadados que permitem descrever e documentar arquivos de mídia como os de imagem; XMP (*Extensible Metadata Platfôrm* -

Plataforma de Metadados Extensível) padrão proprietário da Adobe, porém aberto, extensível e com suporte aos principais padrões de metadados baseado em XML e RDF (Resource Description Framework) sendo utilizado para descrever metadados em aplicações e soluções Adobe; Dublin Core que propõe padrões de metadados que busquem a interoperabilidade facilitando a busca, compartilhamento e gerenciamento da informação.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de anotação de imagens com uso de *Web Semântica* para dar suporte à sua classificação em aplicações de recuperação.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar a semântica de anotação de imagens a partir da representação de seu conteúdo;
- b) Definir padrões de identificação de metadados para imagens;
- c) Elaborar um esquema de anotação semântica de imagens;
- d) Aplicar recursos de *Web Semântica* para estruturação de anotação de imagens;
- e) Desenvolver um protótipo *Web* para anotação de imagens baseado no esquema e nos recursos de estruturação.

1.3 JUSTIFICATIVA

Como qualquer outro tipo de consulta, uma busca por imagens deve retornar resultados confiáveis e relevantes e que proporcionem agilidade e confiabilidade ao usuário. Os atuais buscadores de imagens apresentam inconsistência ao responder determinadas consultas, isto é fato porque somente palavras-chaves não conseguem descrever uma imagem em seu conteúdo com total clareza, tanto para um ser humano quanto para um computador. Isto ocorre pela maneira de como os dados são apresentados aos buscadores (robôs), pois estes realizam buscas textuais em uma página HTML, para interpretar e decifrar o conteúdo de uma imagem.

Ao utilizar o buscador de imagens Google Images, realizando uma consulta com a palavra chave “serra”, o mesmo retornou diferentes resultados para uma mesma palavra, como por exemplo: “José Serra”, “montanhas” e “serrotes”, a ambigüidade é um problema que pode ser resolvido através da utilização de metadados.

Metadados são dados sobre dados, ou seja, o metadado é uma abstração do dado. Sua utilização na marcação de imagens e documentos é de extrema utilidade, pois um metadado é capaz de informar o nome de um atributo e seu respectivo valor. O que facilitaria e agilizaria a busca de imagens na *Web*, pois um buscador não terá apenas um dado solto em uma página, mas sim uma informação.

Para a criação de cada arquivo de anotação, será desenvolvido um protótipo em *Java Server Page* (JSP) e de código fonte aberto, este protótipo permitirá a anotação de imagens através de metadados, visualização e a recuperação de suas informações. A utilização da JSP, se deve ao fato da linguagem possuir grande flexibilidade na manipulação de arquivos do tipo XML, e a vantagem do protótipo ser publicado na *Web*.

A publicação do protótipo na *Web* tem como foco, a construção de um ambiente

que permita a criação e o compartilhamento de imagens, onde cada usuário poderá publicar e recuperar imagens.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo de número dois inicia a fundamentação teórica deste trabalho. Este aborda a *Web Semântica*, bem como seus objetivos, características e arquitetura. Neste capítulo estão inclusos também, as camadas de XML, RDF e OWL, camadas estas de suma importância para a realização deste trabalho.

O terceiro capítulo faz referência à representação de imagens. Neste capítulo os seguintes assuntos terão foco: níveis de análise de uma imagem, documentação de imagens, e categorias de descrição da imagem.

O capítulo quatro faz referência à metadados, também relacionado a: técnicas de descrição e recuperação de imagens, através de texto, atributos e ontologias, e também o padrão Dublin Core, onde é apresentado o modelo abstrato, bem com suas características e seu histórico.

O capítulo de número cinco traz alguns trabalhos correlatos com o uso de *Web Semântica*, Metadados e aplicados a imagens, e recuperação de informações em imagens e fotografias.

O desenvolvimento do protótipo, que abrange toda a parte prática do trabalho, está documentado no capítulo seis.

2 WEB SEMÂNTICA

No contexto atual os computadores podem analisar layout de páginas na *Internet*, e realizar processos rotineiros, como formatação de cabeçalhos e textos, ligação entre páginas através de âncoras (*links*) e outros recurso simples, mas não conseguem compreender o conteúdo das páginas. A *Web Semântica* tem como foco agregar às páginas *Web* conteúdos significativos, que poderão ser processados por computadores criando para o usuário um ambiente que realizará todas tarefas sofisticadas, como ligações entre dados e sincronização de serviços, baseando-se em informações semânticas contidas na *Web* e retornando ao usuário, informações da maneira mais simples e correta possível (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2001).

Berners-Lee, o idealizador da *Web Semântica*, cita como exemplo de utilização, o caso de uma pessoa que procura na *Web*, palestras ou um evento de seu interesse. O evento possui local e horário marcado, e ministradores associados a este evento. Para checar a disponibilidade dos horários da palestra com sua agenda de compromissos, o usuário terá que realizar o seguinte procedimento (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2008):

- a) Deixar sua agenda particular aberta para verificar sua disponibilidade de horários;
- b) Pesquisar os detalhes corporativos dos palestrantes na *Internet* através de um sistema de busca;
- c) Deixar sua planilha de orçamento aberta para verificar disponibilidade de saldo;
- d) E finalmente, comparar as informações encontradas, chegando ao evento que mais lhe agrade, levando em consideração horários, preços, assuntos e ministrantes.

Este procedimento deve ser feito já que os dados de sua agenda, planilha de orçamento e as informações dos palestrantes na *Web*, não possuem nenhum tipo de ligação com a página do evento, sendo que estas páginas são apresentadas como documentos e não como páginas de dados.

A *Web Semântica* é uma *Web* de Dados onde os computadores poderão fazer ligações entre estes dados e chegar a informações lógicas no final do processamento. A *Web Tradicional* é uma *Web* de Documentos, as páginas são apresentadas como se fossem folhas impressas. Todas as informações presentes na página podem ser lidas, mas não se pode fazer nenhum tipo de processamento com as mesmas (BERNERS-LEE, 2008b).

Estes documentos (páginas *Web*) geralmente são escritos utilizando HTML, uma linguagem de marcação que não permite o usuário especificar a semântica do conteúdo, preocupando-se apenas com a apresentação e formatação do documento, a página é apresentada sem formalismos para a representação de conceitos que possam ser interpretados e manipulados por máquinas (BERNERS-LEE; HENDLER; LASSILA, 2008).

A *Web Semântica* não é uma *Web* separada da *Web* atual, mas sim uma extensão da mesma, onde o significado de cada documento é bem definido permitindo que computadores possam interpretar e computar conceitos e significados, possibilitando que pessoas e computadores possam trabalhar em conjunto e de forma cooperativa para o crescimento da mesma (BERNERS-LEE, 2008c).

2.1 ARQUITETURA DA WEB SEMÂNTICA

Na proposta de desenvolvimento da *Web Semântica* é sugerida uma arquitetura baseada em camadas, utilizando-se de padrões e novas tecnologias, como: criação de políticas e privacidade na *Web Semântica*, serviços de inferência, linguagens formais para a

representação do conhecimento e linguagens baseada em ontologias (BERNERS-LEE; KARGER, 2008).

A arquitetura da *Web Semântica* esta dividida nas seguintes camadas: Unicode / URI, Camada XML / Namespaces / XML Schema, Ontologia, RDF, Lógica, Prova, Confiança e Assinatura Digital, que podem ser analisadas a seguir, na Figura 1.

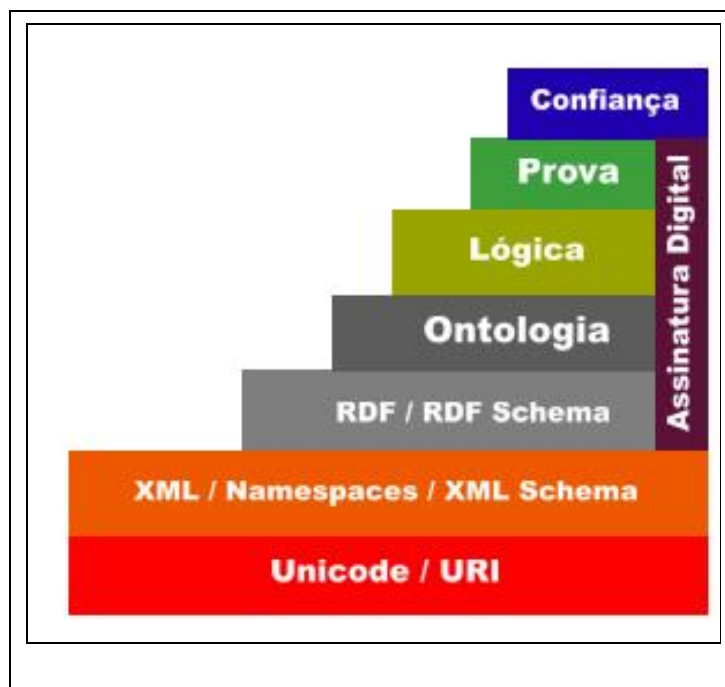


Figura 1. Arquitetura da Web Semântica.

Fonte: BERNERS-LEE, Tim (2008a)

2.2 UNICODE E URI

A camada Unicode e URI irá fornecer a interoperabilidade, em se tratando de codificação de caracteres, endereçamento e nomeação de recursos na *Web Semântica*.

O Unicode permite que qualquer recurso disponível na *Web* possa ser acessado por computadores em qualquer lugar desde que estes estejam ligados a *Web* (THE UNICODE

CONSORTIUM, 2008).

2.2.1 URI

O *Uniform Resource Identifier* (URI) fornece um endereço (conjunto de caracteres) único dos documentos contidos na *Web*, um exemplo comum de URI é o conhecido *Uniform Resource Locator* (URL) recurso este que descreve a localização de um documento na *Web* através de protocolos e padrões específicos da *Internet*, como *HiperText Transfer Protocol* (HTTP), e *File Transfer Protocol* (FTP), como por exemplo os seguintes recursos: www.unesc.net e [ftp.unesc.net](ftp://ftp.unesc.net) (TAI-CHIU, 2008).

2.3 A CAMADA XML, NAMESPACES E XML SCHEMA

A Camada XML, Namespaces e XML Schema trata da interoperabilidade, na sintaxe de descrição dos recursos na *Web*.

2.3.1 XML

O *Extensible Markup Language* (XML) é uma linguagem de marcação universal, que permite a troca de informações entre aplicativos de uma forma simples e estruturada, sendo também muito flexível, pois sempre que necessário novas *tags* podem ser adicionadas. Assemelha-se ao HTML em alguns aspectos, pois as duas linguagens de marcação derivam do *Standard Generalized Markup* (SGML), embora o XML forneça uma sintaxe muito simples para se estruturar documentos, este não impõem restrições semânticas quanto ao conteúdo (PITTS-MOULTIS, 2000).

Além de fácil estruturação o XML possui algumas outras vantagens em relação a outras linguagens de marcação, como por exemplo: a facilidade na troca de dados entre aplicativos diferentes, dados auto-descritivos, estruturados e integrados (HOLZNER, 2001).

2.3.2 XML Namespaces

O XML Namespaces que também faz parte desta camada, é um padrão que define um nome único de um elemento ou atributo, dentro de um instância XML, ou seja, uma coleção de nomes identificados por um URI utilizados como tipos de elementos e nomes de atributos em documentos. Em cada vocabulário XML é dado um *namespace* que é único e proporciona a solução para a ambigüidade com nomes idênticos de elementos e atributos em uma determinada instância XML (BRAY et al, 2008).

2.3.3 XML Schema

O XML Schema é uma linguagem para definição de regras de validação em documentos XML que oferece benefícios para descrever a estrutura de conteúdos de documentos da linguagem XML. Com o XML Schema é possível definir um formato válido para documentos do tipo XML, como:

- a) O número de ocorrências de cada elemento;
- b) Quais elementos e atributos são permitidos e suas localizações
- c) Definições de gramáticas para correções documentos XML;
- d) Valores padrões e fixos para elementos e atributos, entre outras.

O XML Schema, que foi originalmente proposto pela Microsoft, é hoje uma recomendação oficial do *World Wide Web Consortium*(W3C) (W3 SCHOOLS, 2008b).

A Figura 2 mostra um pequeno exemplo utilização do XML Schema.

```
?xml version=1.0"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://www.w3schools.com"
xmlns=http://www.w3schools.com
elementFormDefault="qualified">
<xs:element name="note">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="to" type="xs:string"/>
      <xs:element name="from" type="xs:string"/>
      <xs:element name="heading" type="xs:string"/>
      <xs:element name="body" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>
```

Figura 2. Exemplo de XML Schema.

Fonte: W3 Schools (2008a)

2.4 A CAMADA DE ONTOLOGIA

O termo Ontologia tem origem na filosofia grega, e significa a ciência que estuda a natureza ou a essência de um ser e seus relacionamentos, organizando a realidade através de sistemas de categorização (BEDIN, 2008).

Já no contexto computacional uma ontologia é uma especificação de uma conceitualização, onde a conceitualização é um modelo abstrato do que se pretende representar e esta representação deve ser explícita contendo especificações de conceitos, propriedades e de relações (GRUBER, 2008).

Borst (1997) afirma que deve existir um modelo na especificação da ontologia e que a conceitualização deve ser feita de maneira que possa proporcionar o seu

compartilhamento.

Para uma ontologia ser explícita esta pode possuir várias formas, sejam estas: linguagem natural estruturada e restrita, ou somente em linguagem natural, seja através de uma linguagem artificial e formal definida para representação ou somente uma linguagem formal (USCHOLD; GRUNINGER, 1996).

A utilização de uma ontologia possui diversos benefícios, sendo que o principal é a comunicação entre pessoas, agentes e sistemas, já que uma ontologia permite o mapeamento de formalismo, reuso e compartilhamento de conhecimentos (MCGUINNESS et al, 2008).

2.4.1 Classificação e Construção de Ontologias

Considerando o nível de generalidade, pode-se definir diversos tipos de ontologia, como por exemplo: ontologia de tarefa, de domínio, de aplicação e ontologia de nível superior (GUARINO, 1998).

Uma ontologia de nível superior (ou de topo) descreve conceitos que são independentes do domínio, possibilitando a representação de conceitos como: espaço, tempo, eventos, objetos e outros. A ontologia de tarefa ou de domínio se difere por especializar conceitos da ontologia de nível superior, e descrever termos relacionados ao domínio genérico ou tarefas e atividades genéricas, como por exemplo: medicina, informática, meteorologia (ontologias de domínio), diagnóstico, vendas (ontologias de tarefas). Sendo que uma ontologia de aplicação irá descrever e especializar o máximo possível os conceitos de um domínio ou tarefa em particular (PRADO, 2004).

Alguns critérios devem ser observados na construção de ontologias, tais como (GRUBER, 2008):

- a) Clareza e objetividade na definição dos termos, e documentar em linguagem natural;
- b) Coerência, permitindo inferências consistentes com as definições contidas na ontologia;
- c) Extensibilidade para que a ontologia seja capaz de suportar a adição de novos termos, sem a necessidade de uma redefinição de conceitos;
- d) Codificação mínima para não existir dependências de determinada tecnologia em particular de representação de conhecimento;
- e) Mínimo de compromisso para permitir o compartilhamento e o reuso da ontologia desenvolvida.

Visando um aperfeiçoamento da ontologia, novos critérios devem ser adicionados a mesma (GÓMEZ-PÉREZ, 1999):

- a) Identidade, ou seja, as classes da ontologia devem ser disjuntas;
- b) Modularidade para facilitar a integração entre ontologias;
- c) Padronização de nomes;
- d) A representação de conceitos similares devem ser apresentados como subclasses.

2.4.2 OWL

Existem diversos tipos de linguagens para definição de Ontologias, todas estas linguagens devem por obrigação ser baseadas em formalismos. É previsível que cada uma destas linguagens possua suas particularidades sendo estas vantajosas ou não para a aplicação. A *Web Ontology Language* (OWL) em especial, é uma linguagem projetada para aplicações que necessitam processar informações, recomendação esta feita pelo W3C em fevereiro de 2004. A OWL é baseada em XML, RDF, e RDF Schema, oferecendo um mecanismo para obtenção de uma semântica extremamente formal, também é uma extensão do vocabulário do RDF e possui três sub-linguagens. A OWL Lite, OWL DL e a OWL Full (MCGUINNESS; HARMELEN, 2008).

2.5 A CAMADA RDF

A camada denominada *Resource Description Framework* (RDF) fornece um *framework* para a definição e uso de metadados, proporcionando a interoperabilidade na troca de informações entre as aplicações na *Internet*.

O RDF possui algumas especificações sendo algumas delas: modelos de dados, sintaxe baseada em XML e uma linguagem de definição de esquemas para vocabulários (LASSILA; SWICK, 2008).

A estrutura de uma expressão RDF é formada pela tripla:

- a) Recurso (ou Sujeito): Tudo que é descrito por uma expressão RDF é denominado de recurso.
- b) Propriedade: É um atributo, característica utilizada para descrever um recurso.

c) Objeto: É o valor que a propriedade assume.

Uma declaração RDF é a combinação de um recurso específico, seguido de uma propriedade e o valor desta propriedade, como se pode observar no Quadro 1 a seguir.

Objeto	Equivale
Exemplo	“Ora Lassila é o criador do recurso http://www.w3.org/Home/Lassila .”
Recurso	http://www.w3.org/Home/Lassila
Propriedade	Criador
Objeto	Ora Lassila

Quadro 1 - Exemplo de Declaração RDF.

O *Resource Description Framework Schema* (RDFS) fornece uma estrutura válida para os documentos RDF, é uma recomendação do W3C junto com o XML Schema, e formam a base das linguagens que expressam semântica dentro da própria *Web Semântica* e o padrão para a representação dos metadados. A modelagem primitiva oferecida pelo RDF é de certa forma muito simples sendo necessário à utilização do RDF Schema que fornece semântica a determinados recursos do RDF tornando-o semanticamente rico (FENSEL et al, 2002).

2.6 A CAMADA LÓGICA

A camada de lógica oferece suporte para a descrição de regras, facilitando a construção de inferências e permitindo que agentes se relacionem e processem informações. A *Rule Interchange Format* (RIF) é uma recomendação do W3C utilizada na descrição de regras na *Web Semântica* (HAWKE, 2008).

2.7 A CAMADA DE PROVA, CONFIANÇA E ASSINATURA DIGITAL.

A camada de Prova fornece suporte para a execução das regras de inferência da camada Lógica, avaliando a confiabilidade da execução e sua correção, e verificando a consistência dos dados acessados. Logo após a camada de Confiança verifica se a Prova está correta ou não, através da camada de Assinatura Digital. Em suma a camada de Assinatura Digital garante a procedência do documento. Esta camada é de extrema importância, pois dados criptografados serão utilizados, garantindo desta forma a autenticidade e confiabilidade da informação. As camadas de lógica, prova e confiança ainda não estão completas, e dependem diretamente de que as camadas inferiores estejam bem consolidadas, haja visto que isto vem acontecendo (RIBEIRO, 2008).

3 REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS

Compreender e identificar o conteúdo de uma imagem é uma tarefa que pode ser realizada tanto por uma pessoa quanto por um algoritmo. Quando a análise de uma imagem é realizada por uma pessoa, esta deve adotar uma escolha de conceitos e também o nível de análise que deseja aplicar, para conseguir extrair o máximo de informação possível referente a esta imagem.

3.1 NÍVEIS DE ANÁLISE

A análise de uma imagem exige alguns procedimentos específicos, o que a torna diferente da análise de documentos textuais. Para uma melhor organização, quanto a análise de imagens, deve adotar-se três níveis de extração de informação (SHATFORD, 1986):

- a) Nível pré-iconográfico: é a descrição dos objetos e das ações que estão representados na imagem;
- b) Nível iconográfico: é a interpretação dos objetos e ações presentes na imagem;
- c) Nível iconológico: é o significado do conteúdo da imagem, ou os seus valores simbólicos.

Kossoy (1999) afirma que uma imagem é como um mistério, e é necessária uma investigação para compreendê-la. Esta investigação deve ser baseada na análise iconográfica e na interpretação iconológica da mesma.

Na análise iconográfica (nível iconográfico), existem duas linhas que devem ser seguidas para a decodificação das informações contidas na imagem, sendo estas linhas:

- a) A reconstituição do processo que deu origem a imagem, definindo os elementos que a constituem: assunto, autor, recurso, local e tempo.
- b) O inventário de informações contidas na imagem: detalhes icônicos que a compõem.

As informações extraídas revelam a face visível da imagem, ou seja, sua segunda realidade. São informações que tratam da sua concretização documental e dos detalhes icônicos presentes nesta imagem.

O autor afirma que uma imagem é uma representação do real e, para uma maior e melhor extração de informações, também existem dois caminhos para uma análise iconológica (nível iconológico):

- a) O resgate da história do assunto abordado, seja a partir do momento do registro ou de seu contexto.
- b) A interpretação do processo de criação da imagem.

A interpretação iconológica busca decifrar o significado da imagem, além da verdade iconográfica.

3.2 DOCUMENTAÇÃO DE IMAGENS

Quanto à documentação de uma imagem, deve-se levar em consideração a realidade da imagem e interpretá-la para que possa existir a recuperação da informação extraída, posteriormente (ESTORNILO FILHO, 2004).

Para isso, a análise do conteúdo informacional de imagens é dividida em três níveis: Identificadora, Descritiva e Interpretativa, estes três níveis podem ser melhor compreendidos através do Quadro 2 (GONZÁLEZ ; ARILLO, 2003).

Função	Nível e Categoria	Descrição	Exemplos
Identificadora	Biográfico	Informações sobre a imagem como documento	Autor, data de criação, tamanho, cor, título, técnica empregada, local...
	Conteúdo estrutural	Objetos significativos e sua relação física na imagem	Tipos de objetos, composição, posição e tamanhos relativos...
Descritiva	Conteúdo de conjunto	Classificação genérica da imagem	Tipo de imagem: retrato, paisagem, documentário...
	Precisão dos objetos	Identificação de cada objeto	Nome próprio e detalhe de cada pessoa e de cada objeto
Interpretativa	Interpretação da imagem em conjunto	Disposição do conjunto	Palavra ou frase que resume a imagem: feliz, horrível...
	Interpretação dos objetos	Disposição dos objetos individuais	Alguém triunfante, alguém derrotado...

Quadro 2 - Níveis de análise da imagem

Fonte: González ; Arillo (2003).

3.3 CATEGORIAS DE DESCRIÇÃO DA IMAGEM

As categorias para descrição de imagens (quem, onde, quando, como) têm grande importância quando utilizadas para análise de textos, e também têm aplicação quando na análise de conteúdo de imagens (SMIT, 1996).

Categorias	Representação do conteúdo
Quem	Identifica o objeto
Onde	Localiza a imagem no espaço geográfico
Quando	Localiza a imagem no tempo cronológico
Como	Descreve atitudes ou detalhes relacionados ao objeto

Quadro 3 - Categorias de descrição de imagens

Fonte: Smit (1996).

Cada uma destas categorias (quem, onde, quando e como) está sub-dividida em “de geral”, “de específico” e “sobre”, esta sub-divisão das categorias, pode ser melhor compreendida através do Quadro 4 (SHATFORD, 1986).

Categoria	Definição geral	DE genérico	DE específico	SOBRE
Quem	Animado e inanimado, objetos e seres concretos	Esta imagem é de quem? De que seres?	De quem, especificamente se trata?	Os seres ou objetos funcionam como símbolos de outros seres ou objetos? Representam a manifestação de uma abstração?
Onde	Onde está a imagem no espaço?	Tipos de lugares geográficos, arquitetônicos ou cosmográficos	Nomes de lugares geográficos, arquitetônicos ou cosmográficos	O lugar simboliza um lugar diferente ou mítico? O lugar representa a manifestação de um pensamento abstrato?
Quando	Tempo linear ou cíclico, datas e períodos específicos, tempos recorrentes	Tempo cíclico	Tempo linear	Raramente utilizado. Representa o tempo a manifestação de uma idéia abstrata ou símbolo?
Como	O que os objetos e seres estão fazendo? Ações, eventos, emoções	Ações, eventos	Eventos Individualmente nomeados	Que idéias abstratas (ou emoções) estas ações podem simbolizar?

Quadro 4 – Divisão das categorias de descrição de imagens

Fonte: Smit (1996).

A não identificação das categorias propostas ou a não fidelidade das informações analisadas, são casos comuns de acontecer na análise de imagens. Mas, no entanto, existe a possibilidade de contornar a situação através da combinação de diferentes elementos (SMIT, 1996).

4 METADADOS

O termo metadado é comumente definido como dado sobre um dado, ou seja, é uma abstração do dado. Metadados são capazes de transformar dados brutos em conhecimento. Os metadados descrevem os atributos de determinado recurso. Esta descrição fornece o contexto para entender os dados (IKEMATU, 2001).

Os metadados podem ser aplicados em diversos tipos de documentos, tanto documentos de texto, mapas geográficos, e outros, além de auxiliar na descrição e recuperação de imagens.

4.1 TÉCNICAS DE DESCRIÇÃO E RECUPERAÇÃO DE IMAGENS

Segundo RAMALHO (2000), os documentos possuem a finalidade de registrar informações para que posteriormente ocorra um compartilhamento das mesmas, este compartilhamento deve ser de fácil localização, interpretação, validação e reutilização.

A descrição de imagens tem a finalidade de fornecer posteriormente a recuperação de informações a respeito da mesma. Para compreender os métodos de descrição e recuperação de imagens, três técnicas serão abordadas: baseada em texto, em atributos e em ontologias.

4.1.1 Descrição e Recuperação de Imagens Baseada em Texto

A descrição de imagens baseada em texto, consiste em representar determinada imagem a partir de uma descrição textual. A descrição desta imagem deve ser feita com base no que a imagem mostra (SHATFORD, 1986).

O problema deste tipo de descrição é que a recuperação desta informação será também de maneira textual, ou seja, o usuário precisará digitar palavras-chaves e o sistema deverá retornar as descrições que contenham os termos pesquisados. Isto ocasiona problemas clássicos de recuperação com base em texto como, por exemplo, quando a base de dados cresce muito e conseqüentemente começa a produzir uma grande quantidade de registros irrelevantes. Existem ainda, algumas técnicas capazes de tornar a recuperação com base em texto mais precisa. Entre elas podem-se citar os seguintes modelos: probabilístico, vetorial, booleano e *stemming*. (MIRANDA, 2007).



Figura 3 - Descrição com base em texto.

MIRANDA 2007.

4.1.2 Descrição e Recuperação de Imagens Baseada em Atributos

Descrever uma imagem a partir de atributos, resume-se em descrevê-la através de um conjunto de pares, atributo e valor, como por exemplo: *fotógrafo* (atributo) e *nome do fotógrafo* (valor). Este tipo de descrição é geralmente baseada em metadados (MIRANDA,

2007).

Os metadados possuem a finalidade de descrever, identificar e definir determinado recurso, modelando e filtrando o acesso ao mesmo, além de ser fundamental na organização, gestão e recuperação da informação, os metadados podem ser adotados na catalogação, indexação e categorização, o que proporcionará a integração entre fontes diversificadas e heterogêneas (ALVES; SOUZA, 2006).

Os metadados podem ser categorizados em cinco grupos (GILLILAND-SWETLAND, 2009):

- a) Administrativos: são utilizados no gerenciamento e administração do recurso. Como por exemplo: Informações de direitos autorais;
- b) Descritivos: servem para identificar recursos. Exemplo: Palavras-chaves;
- c) Preservação: Metadados ligados ao gerenciamento de preservação do recurso. Exemplo: Condições físicas do recurso;
- d) Técnicos: estão relacionados ao funcionamento do sistema. Exemplo: Formato e compressão do arquivo;
- e) De Uso: relacionado aos tipos de uso do recurso. Exemplo: Tempo de exposição de fotografias.

4.1.3 Descrição e Recuperação de Imagens Baseada em Ontologias

A descrição de imagens com base em ontologias favorece uma descrição mais completa. A descrição deixa de ser somente um conjunto de metadados e passa a incluir descrições a partir de relações (MIRANDA, 2007).

Com base em uma ontologia, é possível associar conceitos a uma determinada imagem. Sendo assim, a imagem não herda um termo somente, mas um termo acompanhado

de sua descrição, tornando a descrição de imagens mais rica (SCHREIBER; et al., 2001).

4.2 DUBLIN CORE

O Padrão *Dublin Core* oferece uma coleção de metadados não proprietário, que pode ser utilizada em qualquer área de domínio. O padrão foi criado a partir de uma oficina em 1995, sendo financiada pela comunidade de Ciência da Informação e por especialistas em padrões *Web*, cujo o principal objetivo era definir uma coleção de metadados para descrever recursos na *Web* (WEIBEL, 2009).

O vocabulário *Dublin Core* é composto de quinze elementos para a descrição de recursos, sendo eles em ordem alfabética (DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE, 2009a):

Elemento	Nome	Definição
contributor	Contribuidor	Entidade responsável pelas contribuições ao recurso.
coverage	Características	Define as características espaciais e/ou temporais do recurso.
creator	Criador	A principal entidade responsável pela construção do recurso.
date	Data	A data ou período de tempo associado ao tempo de vida do recurso.
description	Descrição	Descreve detalhes do recurso.
format	Formato	Refere-se ao formato do arquivo.
identifier	Identificador	Referência única para o recurso dentro de um determinado contexto.
language	Linguagem	A linguagem do recurso.
publisher	Publicador	Entidade responsável por tornar o recurso disponível.
relation	Relação	Recursos relacionados.
rights	Direitos	Informações sobre os direitos que envolvem o recurso.
sources	Recursos	Recursos que possibilitaram a criação.
subject	Assunto	O tema do recurso.
title	Título	Nome dado ao recurso.
type	Tipo	A natureza ou gênero do recurso.

Quadro 5 - Componentes do Esquema do *Dublin Core*.

Fonte: *Dublin Core* Metadata Initiative (2009a).

A definição de cada elemento do padrão obedece a alguns critérios como:

Simplicidade, interoperabilidade semântica, consenso internacional, extensibilidade, modularidade. Os elementos estão divididos em grupos, são eles: Conteúdo, propriedade intelectual e instância. Os elementos título, assunto, descrição, linguagem, recursos, relação e características descrevem o conteúdo do recurso. Os elementos de propriedade intelectual são: Criador, publicador, contribuidor e direitos. E data, formato, tipo e identificador são os elementos de instâncias (ROCHA, 2004).

4.2.1 Modelo Abstrato do Padrão Dublin Core

Andy Powell (2009) especifica o modelo abstrato do *Dublin Core*, dividindo em Modelo do Recurso *Dublin Core*, Descrição do Modelo *Dublin Core*, e Modelo do Vocabulário *Dublin Core*.

O Modelo do Recurso *Dublin Core* é esquematizado da seguinte forma:

- a) Cada recurso é descrito utilizando um ou mais propriedades.
- b) Cada propriedade é composta de uma propriedade e um valor.
- c) Cada valor é um recurso.
- d) Cada valor é literal ou não literal (físico, digital ou entidade conceitual).

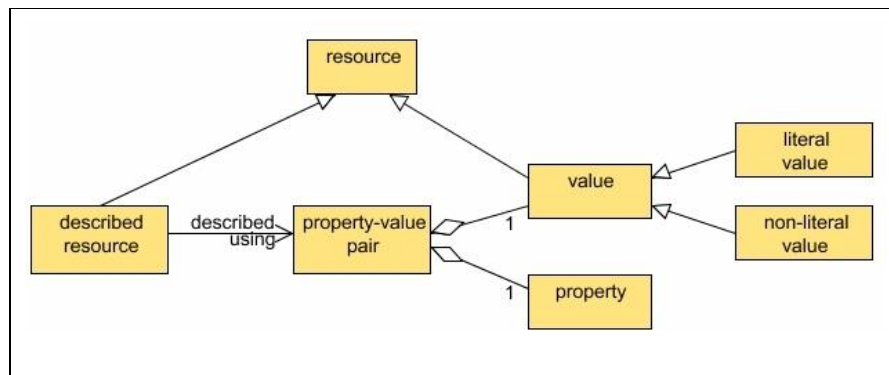


Figura 4 - Modelo do recurso *Dublin Core*.

Fonte: Andy Powell (2009).

O Modelo *Dublin Core* pode ser descrito da seguinte forma:

- A descrição é um conjunto de um ou mais descrições, que descrevem um único recurso.
- A descrição é feita de uma ou mais declarações, e nenhum ou um recurso descrito através de um URI.
- Cada declaração instancia uma propriedade, e é composta por uma propriedade URI e um valor de substituição.
- Um valor substituto é um valor literal ou não literal.
- Um valor *String* é um valor simples, ou uma URI que identifica um esquema de codificação.

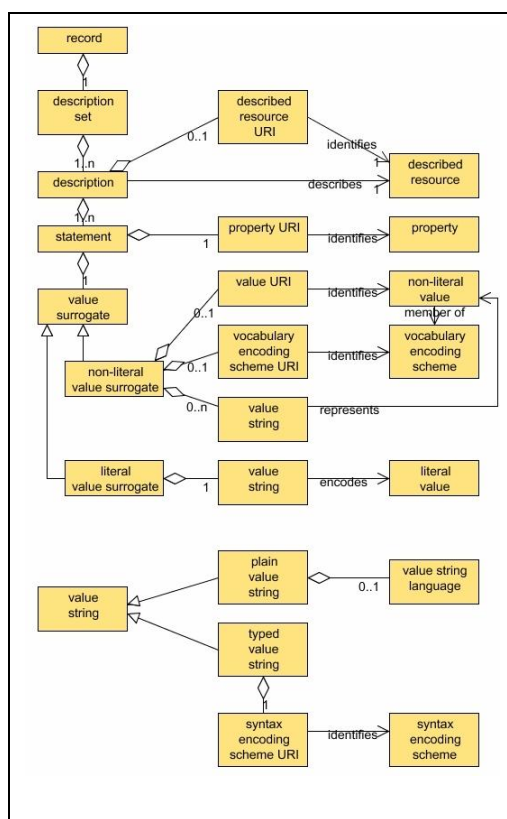


Figura 5 - Descrição do Modelo *Dublin Core*.

Fonte: Andy Powell (2009).

As definições do Modelo de Vocabulário do *Dublin Core* são:

- a) O vocabulário é um conjunto de um ou mais termos, onde cada termo é um membro de um ou mais vocabulários.
- b) Cada termo é um elemento, classe ou esquema de codificação.
- c) Cada propriedade pode estar relacionada a uma ou mais classes.
- d) Cada recurso pode ser um exemplo de uma ou mais classes.
- e) Cada recurso pode ser membro de um ou mais esquemas de vocabulário.
- f) Cada classe pode estar relacionada a uma ou várias outras classes por uma sub-classe de relações.
- g) Cada propriedade pode estar relacionada a uma ou mais outras propriedades por uma sub-propriedade de relacionamento.
- h) Cada esquema de codificação é uma classe.

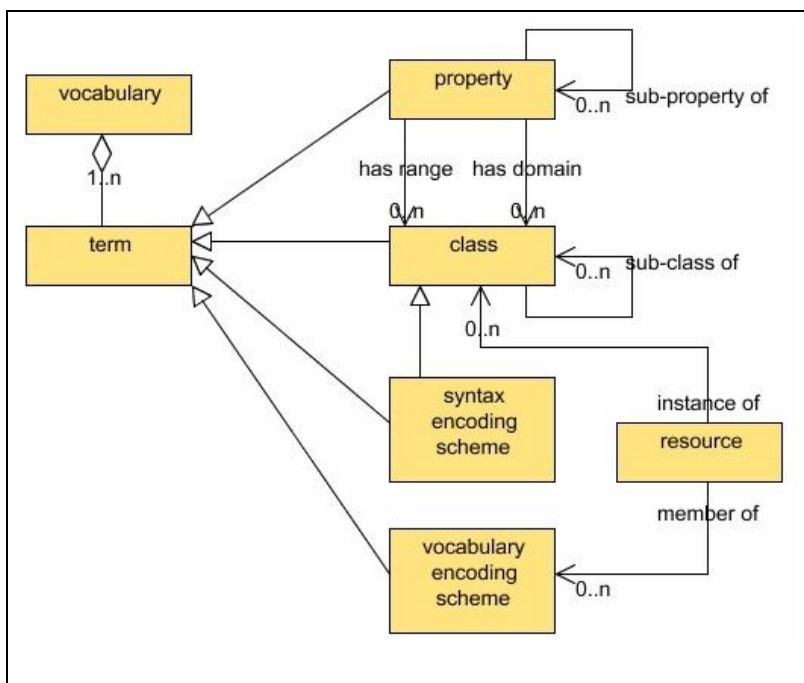


Figura 6 - Modelo do Vocabulário *Dublin Core*.

Fonte: Andy Powell (2009).

5 TRABALHOS CORRELATOS

Neste capítulo será abordado trabalhos que possuem características semelhantes ao trabalho desenvolvido. Esta etapa da pesquisa é de grande importância pois seu papel é identificar as características dos trabalhos já desenvolvidos, e também as linhas de pesquisas que vem sendo utilizadas.

5.1 ONTOSAIA

O OntoSAIA é um ambiente baseado em ontologias para recuperação e anotação semi-automática de imagens, que propõe o uso de conteúdo, palavras-chaves e ontologias para melhorar o processo de anotação e recuperação de imagens através de uma arquitetura flexível que possibilita o uso de múltiplas ontologias e múltiplos descritores de imagem para ajudar neste processo. OntoSAIA é desenvolvido em Java e roda atualmente em computadores desktop (FREITAS; TORRES, 2008).

5.2 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS USANDO COMBINAÇÃO DE CLASSIFICADORES E INFORMAÇÃO CONTEXTUAL

O trabalho de classificação de imagens usando combinação de classificadores e informação contextual apresenta um novo método para a classificação de imagens que combina informações extraídas das próprias imagens e informações extraídas do contexto. A hipótese principal verificada no trabalho é de que as informações contextuais associadas a uma imagem podem auxiliar no processo de classificação de imagens. Para verificar esta hipótese utilizou-se um ambiente rico em imagens e informação contextual, a *Internet*. Neste

ambiente foram coletadas páginas *Web* contendo imagens e textos que foram então, armazenadas de maneira organizada e estruturada para formar uma base de dados. Inicialmente desenvolveram-se classificadores independentes para imagem e texto. Das imagens foram extraídas características de cor, forma e textura que formaram vetores de características. Estes vetores foram utilizados para treinar e testar classificadores baseados em redes neurais artificiais. Por outro lado, as informações textuais foram processadas e posteriormente utilizadas para treinar e testar um classificador estatístico Naïve Bayes. No final, foram combinadas as saídas de ambos classificadores na tentativa de melhorar a taxa de acerto na classificação de imagens através de diferentes regras de classificação. Os resultados experimentais sobre um conjunto de testes mostram que a combinação dos classificadores propicia um aumento significativo (aproximadamente 16%) na taxa de classificação correta de imagens em comparação aos resultados obtidos pelo classificador baseado em redes neurais que não faz uso da informação contextual. Assim, estes resultados confirmam a hipótese de que informações contextuais podem contribuir de maneira relevante para a classificação de imagens (KALVA, 2005).

5.3 INDEXAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FOTOGRAFIAS BASEADAS NA TÉCNICA FOTOGRÁFICA E NO CONTEÚDO DA IMAGEM

O trabalho de Indexação e recuperação de fotografias baseadas na técnica fotográfica e no conteúdo da imagem aborda o registro e a recuperação de imagens no contexto de sistemas informáticos. Levanta os aspectos de transferência da informação contida na imagem para a representação verbal e a maneira como os padrões da *Web Semântica* podem ser usados para indexar e recuperar fotografias. Ontologias são usadas como um tesouro com a finalidade de auxiliar o indexador no processo de seleção de

conceitos para indexar fotografias; além disso, as ontologias são usadas no mecanismo de recuperação como alternativa ao paradigma de recuperação de imagens com base em palavras-chave. Enfoca a indexação e a recuperação de imagens sob o ponto de vista da transformação da informação da imagem, que ocorre desde o momento da transposição da informação imagética para a informação verbal até o momento da busca pelo usuário final através de um sistema de busca de informações de imagens fotográficas. Uma ferramenta de busca de imagens foi construída, com base nas reflexões propostas e desenvolvidas (MANINI; LIMA-MARQUES; MIRANDA, 2007).

5.4 WEB SEMÂNTICA

Este trabalho aborda a *Web Semântica*: a nova versão da *Web* que está em desenvolvimento, através de projetos como o Scorpion1 e o Desire2. Estes projetos buscam organizar o conhecimento armazenado em seus arquivos e páginas *Web*, prometendo a compreensão da linguagem humana pelas máquinas na recuperação da informação, sem que o usuário precise dominar refinadas estratégias de buscas. O artigo apresenta o padrão de metadados *Dublin Core* como o padrão mais utilizado atualmente pelas comunidades desenvolvedoras de projetos na área da *Web Semântica* e aborda o RDF como estrutura indicada pelos visionários desta nova *Web* para desenvolver esquemas semânticos na representação da informação disponibilizada via rede, bem como o XML enquanto linguagem de marcação de dados estruturados. Revela a necessidade de melhorias na organização da informação no cenário brasileiro de indexação eletrônica a fim de que o mesmo possa acompanhar o novo paradigma da recuperação da informação e organização do conhecimento (DZIEKANIAK; KIRINUS, 2004).

6 ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS NA WEB BASEADA EM ONTOLOGIA

Neste capítulo será documentada a pesquisa e aplicação, relacionados à anotação de imagens utilizando uma ontologia, bem como as tecnologias utilizadas, como: JSP, XML, RDF e OWL. Foi documentada também a utilização da ontologia Protégé (2009b) a partir da ferramenta Protégé (2009a).

6.1 METODOLOGIA

A pesquisa foi elaborada a partir das camadas XML, RDF e Ontologia da *Web Semântica* (Figura 1), e resume-se em cinco etapas:

- a) Primeira etapa: pesquisas bibliográficas sobre *Web Semântica*, Padrão *Dublin Core* e tecnologias utilizadas, como: JSP, XML, RDF e Ontologias;
- b) Segunda etapa: Modelagem do Protótipo e início do processo de desenvolvimento.
- c) Terceira etapa: Envio da imagem e a anotação do XML;
- d) Quarta etapa: criando o RDF;
- e) Quinta etapa: criando um arquivo OWL a partir do RDF e do modelo gerado pela ferramenta Protégé.

6.2 PESQUISAS BIBLIOGRÁFICAS

Como definido na proposta deste trabalho, será utilizada tecnologia JSP para o desenvolvimento do protótipo. A partir de pesquisas em trabalhos correlatos decidiu-se utilizar o Padrão *Dublin Core* para representar as imagens contidas na *Web*.

6.3 MODELAGEM DO PROTÓTIPO E INÍCIO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Para realizar a anotação das imagens, foi desenvolvida uma ferramenta em JSP, que permite a anotação de um XML com as características básicas da imagem, baseando-se no padrão *Dublin Core*. A partir deste simples XML serão anotados os arquivos de RDF e OWL. Para referenciar o protótipo, este será chamado de Meta-Imagem.

A modelagem do processo de anotação do Meta-Imagem é exemplificada nos itens a seguir e através Figura 7.

- a) Através do formulário, o usuário deverá informar a imagem e seus atributos para serem anotados pelo Meta-Imagem (Figura 10).
- b) Ao ser chamado, o *scriptlet* “processa” fará a validação dos campos e da imagem (Figura 11). Caso a validação seja bem sucedida será anotado um XML (Figura 13), baseado nos campos informado pelo usuário e também nas características extraídas da imagem (EXIF, IPTC e *Jpeg segment*).
- c) Em seguida será gerado o RDF, a partir do XML anotado no início do processo (Figura 15).
- d) O arquivo OWL será criado a partir do RDF.
- e) O usuário vai ser informado se a anotação do arquivo foi bem sucedida ou

não. Caso a anotação seja bem sucedida, esta informação já estará disponível para visualização a partir da página “lista.jsp”.

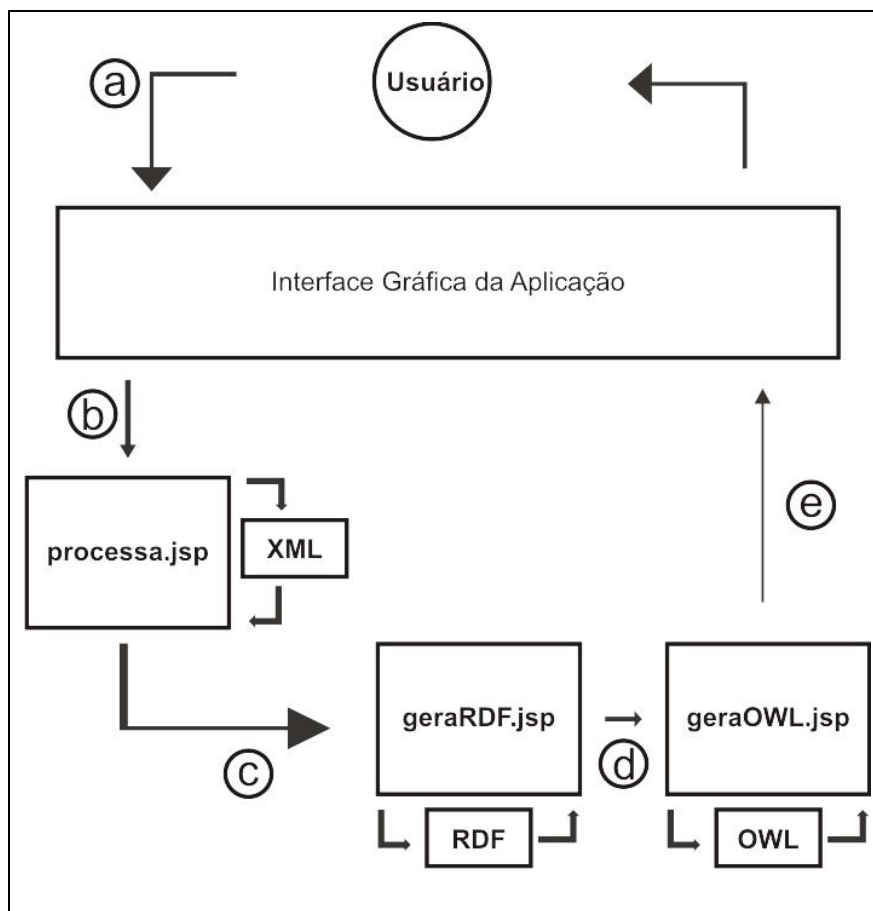


Figura 7 - Exemplificação do processo de anotação.

Após a modelagem do Meta-Imagem iniciou-se o desenvolvimento da página inicial do protótipo. Esta é formada por:

- a) Breadcrumbs Trail (caminhos de migalhas de pão): possibilita ao usuário navegar por diferentes níveis de informação, diminuindo etapas, agilizando e facilitando a navegação (MEMORIA, 2009).
- b) Link para o *scriptlet* “upload.jsp”: página que faz o envio da imagem e dos dados do formulário para a anotação.
- c) Link para o *scriptlet* “lista.jsp”: página que irá listar as imagens anotadas;

- d) Link para o *scriptlet* “listaAutores.jsp”: página que lista os autores das imagens anotadas, permitindo assim a classificação das mesmas.

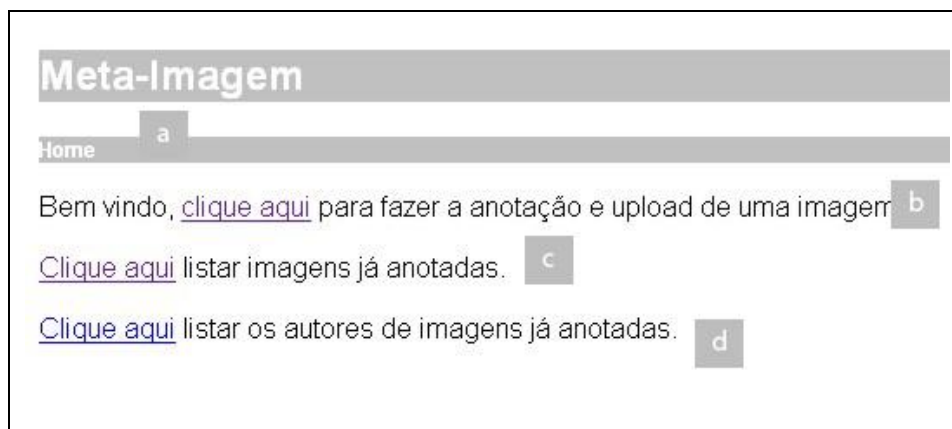


Figura 8- Página inicial do Meta-Imagem.

6.4 ENVIO DA IMAGEM E A ANOTAÇÃO DO XML

O *scriptlet* “upload” é responsável pelo envio dos atributos e da imagem fornecidos pelo usuário.

Para efeitos de teste, foi utilizado uma imagem “BXK16463_cachorro02800.jpg” de Furlan (2009), suas características e atributos foram retirados do recurso *Web* onde encontra-se. A escolha desta imagem ocorreu de maneira aleatória, respeitando questões de direitos autorais.

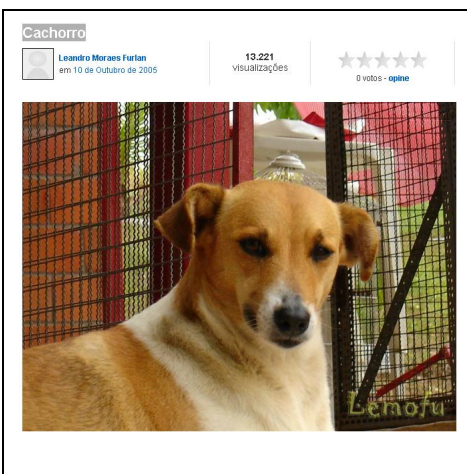


Figura 9- Imagem utilizada nos testes.

Fonte: Furlan (2009).

O *scriptlet* “upload” faz também a validação dos campos do formulário, esta validação foi desenvolvida através do *framework Spry Widgets*.

Selecione um arquivo para upload:

Arquivo...

Título:

Criador:

Contribuidor:

Publicador:

Recursos:

Relação:

Descrição:

Assunto:

Linguagem:

Características:

Direitos:

Upload Cancelar

Figura 10 - Formulário para anotação da imagem.

Spry é uma coleção de bibliotecas em *JavaScript* (JS) e *Cascading Style Sheets*

(CSS), que proporciona um rápido desenvolvimento de páginas *Web* independente de tecnologia utilizada, seja ela *ColdFusion*, *Hypertext Preprocessor* (PHP), HTML, *ASP.Net*, e etc., não sendo obrigatório a utilização de tecnologias *server-side*.

Para sua utilização basta incluir a biblioteca desejada e em seguida implementar o JS na página *Web*. Este *framework* é dividido em três partes, *Spry Data*, *Spry Effects* e *Spry Widgets* (ADOBE, 2009).

O *Spry Widgets* valida todos os campos testando se os mesmos estão vazios ou não, caso o usuário deixe algum campo em branco ele será alertado, caso a validação não aponte erros, os campos são submetidos normalmente para o *scriptlet* “processa”, responsável pelo processamento do formulário.

Selezione um arquivo para upload:

Arquivo... Seleccione uma imagem (JPG, GIF, PNG) menor que 300Kb.

Titulo: Cachorro

Criador: Este campo não pode ficar em branco.

Figura 11 - Validação dos Campos.

A utilização do *Spry Widgets* não se restringiu apenas a validação dos campos, o *framework* auxiliou na acessibilidade do recurso *Web*, fornecendo dicas (*Tooltips*) para cada campo do formulário.

Criador: Leandro Moraes Furlan

Contrib: Pessoa ou organização responsável pela criação do conteúdo intelectual do recurso.

Figura 12 - Dica do Campo Criador.

O *scriptlet* “processa” recebe a solicitação enviada pelo usuário, através do

formulário contido no arquivo upload. A biblioteca *Commons FileUpload* se encarrega de tratar os dados e a imagem recebidos.

A *Commons FileUpload* possibilita praticidade e alto desempenho na função de carregar arquivos para o servidor através de *servlets* e aplicações *Web*. Esta biblioteca analisa as solicitações feitas através do HTTP que estejam de acordo com a RFC 1867 (NETWORK WORKING GROUP, 2009).

Os metadados *date*, *identifier*, *format*, *type* e *coverage* são capturados automaticamente, não havendo a necessidade de ser informado pelo usuário.

Para a captura do metadado *coverage* foi necessário à utilização da biblioteca *Metadata Extractor*. Biblioteca esta que extrai de arquivos do tipo *Joint Photographic Experts Group* (JPG), metadados embutidos na imagem, como: EXIF, IPTC e *Jpeg segment*, estes produzidos por máquinas fotográficas, softwares de edição de imagem e outros (DREWNOAKES, 2009).

Após os dados serem tratados, e as características da imagem como tipo e tamanho serem verificadas, um arquivo XML é gerado contendo as características da imagem.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<imagem>
  <identifier>C:\MI\build\web\images\BXK16463_cachorro02800.jpg</identifier>
  <date>23:35:23 02/06/2009</date>
  <format>image/jpeg</format>
  <coverage>[Jpeg] Data Precision - 8 bits,[Jpeg] Image Height - 768 pixels,[Jpeg] Image Width - 1024 pixels,[Jpeg] Number of
Components - 3,[Jpeg] Component 1 - Y component: Quantization table 0, Sampling factors 2 horiz/2 vert,[Jpeg] Component 2 - Cb
component: Quantization table 1, Sampling factors 1 horiz/1 vert,[Jpeg] Component 3 - Cr component: Quantization table 1, Sampling
factors 1 horiz/1 vert,</coverage>
  <type>Imagem</type>
  <title>Cachorro</title>
  <creator>Leandro Moraes</creator>
  <contributor>Nenhum</contributor>
  <publisher>Baixaki</publisher>
  <source>Máquina Fotográfica</source>
  <relation>Nenhum</relation>
  <description>Foto de um cao na rua</description>
  <subject>Cachorro na rua</subject>
  <language>pt-BR</language>
  <rights>Nenhum</rights>
</imagem>
```

Figura 13- Arquivo XML gerado pelo Meta-Imagem.

Baseado no padrão *Dublin Core* (Quadro 1, página 30), o XML representa a

própria Camada XML.

O Meta-Imagem tem a finalidade de criar o XML automaticamente, ou seja, o usuário não precisa ter noção de como deve ser feita uma anotação em XML e muito menos a necessidade de uma ferramenta secundária para que gere o mesmo.

O *scriptlet* para a criação do arquivo XML foi baseado na estrutura apresentada em W3 Schools (2009c).

Para a validação do mesmo fez-se o uso do recurso W3 Schools (2009d), onde foi inserido o conteúdo do XML e não foi constatado erros de sintaxe, provando que o XML escrito é interoperável e está pronto para ser utilizado na aplicação.

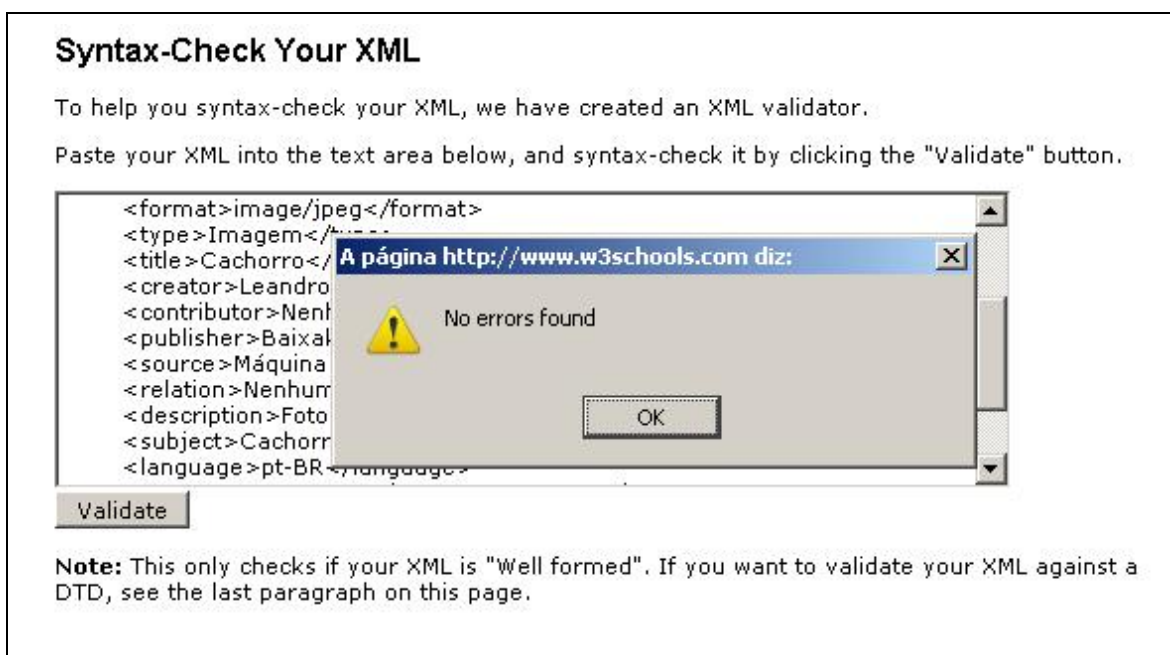


Figura 14 - Validação do XML.

Foi necessária também a utilização da biblioteca *Commons IO*, que é responsável por salvar a imagem e o arquivo XML no servidor. A *Commons IO* auxilia no desenvolvimento de funcionalidades básicas de entrada e saída (THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION, 2009).

6.5 GERANDO O RDF

Após o XML ser gerado e armazenado com suas respectivas anotações, é iniciado o processo de criação do RDF.

Automaticamente a página executa o *scriptlet* "geraRDF", este que por sua vez se encarregará de gerar o RDF, passando como parâmetro o XML a ser lido.

A partir do parâmetro passado, que contém o nome do XML, o scriptlet lê e analisa o arquivo XML e dá início a escrita do arquivo RDF.

A Figura 15 mostra o código fonte do RDF gerado.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
<rdf:Description rdf:about="H:\Documents and Settings\marcelo\Meus
documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml">
  <dc:identifiier>H:\Documents and Settings\marcelo\Meus
documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\images\BXX16463_cachorro02800.jpg</dc:identifiier>
  <dc:date>Fri Apr 24 14:14:42 BRT 2009</dc:date>
  <dc:format>image/jpeg</dc:format>
  <dc:type>Imagem</dc:type>
  <dc:title>Cachorro</dc:title>
  <dc:creator>Leandro Moraes Furlan</dc:creator>
  <dc:contributor>Nenhum</dc:contributor>
  <dc:publisher>Baixaki</dc:publisher>
  <dc:source>Máquina Fotográfica</dc:source>
  <dc:relation>Nenhum</dc:relation>
  <dc:description>Foto de um cão na rua</dc:description>
  <dc:subject>Cachorro na rua</dc:subject>
  <dc:language>pt-BR</dc:language>
  <dc:coverage>Foto em paisagem. 1024x768</dc:coverage>
  <dc:rights>Livre</dc:rights>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Figura 15 - RDF gerado a partir do XML.

A estrutura do RDF foi baseada em *Dublin Core* Metadata Initiative (2009b), W3 Schools (2009a) e W3 Schools (2009b). Sua validação foi realizada através do recurso Prud'hommeaux (2009), onde da mesma forma que na validação do XML, foi informado o código fonte do RDF, e após ser executado o *Script* de validação, não foram encontrados erros na estruturação, confirmando a interoperabilidade do mesmo. A Figura 16 mostra o resultado da validação, e a aprovação do mesmo.

Validation Results			
Your RDF document validated successfully.			
Triples of the Data Model			
Number	Subject	Predicate	Object
1	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/identifier	"H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\images\BXX16463_cachorro02800.jpg"
2	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/date	"Fri Apr 24 14:14:42 BRT 2009"
3	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/format	"image/jpeg"
4	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/type	"Imagem"
5	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/title	"Cachorro"
6	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/creator	"Leandro Moraes Furlan"
7	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/contributor	"Nenhum"
8	http://www.w3.org/RDF/Validator/run/H:\Documents and Settings\marcelo\Meus documentos\Marcelo\tcc\OntoImagem\OI\build\web\xmls\BXX16463_cachorro02800.jpg.xml	http://purl.org/dc/elements/1.1/publisher	"Baixaki"

Figura 16 - Validação do RDF.

6.6 GERANDO O ARQUIVO OWL

Para o Meta-Imagem gerar um arquivo com a anotação realizada pelo usuário, foi necessário escolher e estudar, um software que gere um arquivo OWL baseado em na anotação de uma ontologia do padrão *Dublin Core*.

A escolha do software Protégé (2009a), deu-se por ser um software gratuito, de código aberto e que atende as necessidades de tecnologias de sistemas baseados em conhecimento. Além de permitir a construção de ontologias, personalização de formulários, inserção e edição de dados de maneira simples.

Após a escolha do software, seria necessário escolher, ou desenvolver, uma ontologia que utilizasse o padrão *Dublin Core* para a anotação das imagens. Após a leitura de trabalhos correlatos, optou-se pela ontologia Protégé (2009b), onde, efetuado testes junto à ferramenta Protégé (2009a), foi constatado e comprovado a compatibilidade e funcionalidade entre as mesmas.

A escolha de uma ontologia, e não o desenvolvimento deu-se por questões de tempo e também pela confiabilidade de utilizar uma ontologia que já esta presente em trabalhos acadêmicos, aplicando assim a reutilização da mesma.

Após o término da etapa, em que seria feita a escolha da ferramenta e da ontologia a ser utilizada, iniciou-se o processo de anotação utilizando a ferramenta. Este processo de anotação teria como objetivo, gerar um arquivo OWL modelo, para que o Meta-Imagem gere o arquivo OWL baseado no modelo oferecido pela ferramenta Protégé (2009a).

Ao iniciar o software Protégé (2009a) é solicitado listado algumas opções como: criar uma nova ontologia, abrir uma ontologia local, abrir uma ontologia a partir de uma URI, ou abrir o repositório de ontologias.

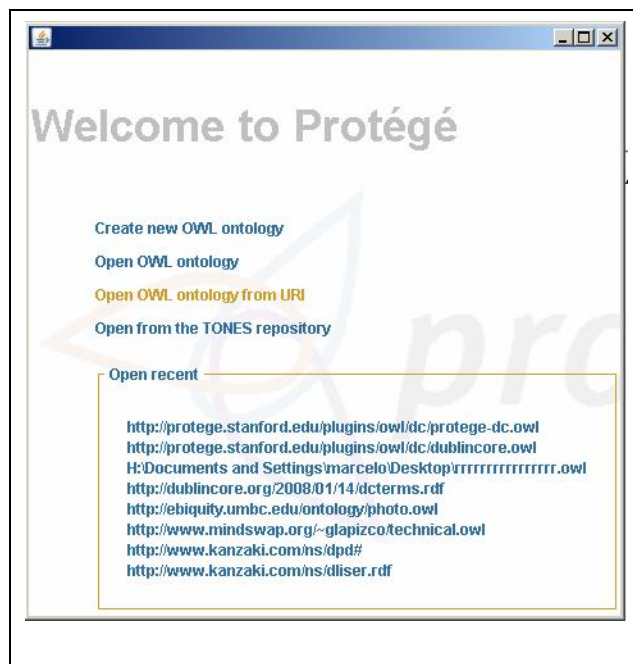


Figura 17- Tela de boas vindas da ferramenta Protégé.

A opção selecionada foi, abrir uma ontologia a partir de uma URI (*Open OWL ontology from URI*). Em seguida foi solicitado a URI do arquivo OWL.

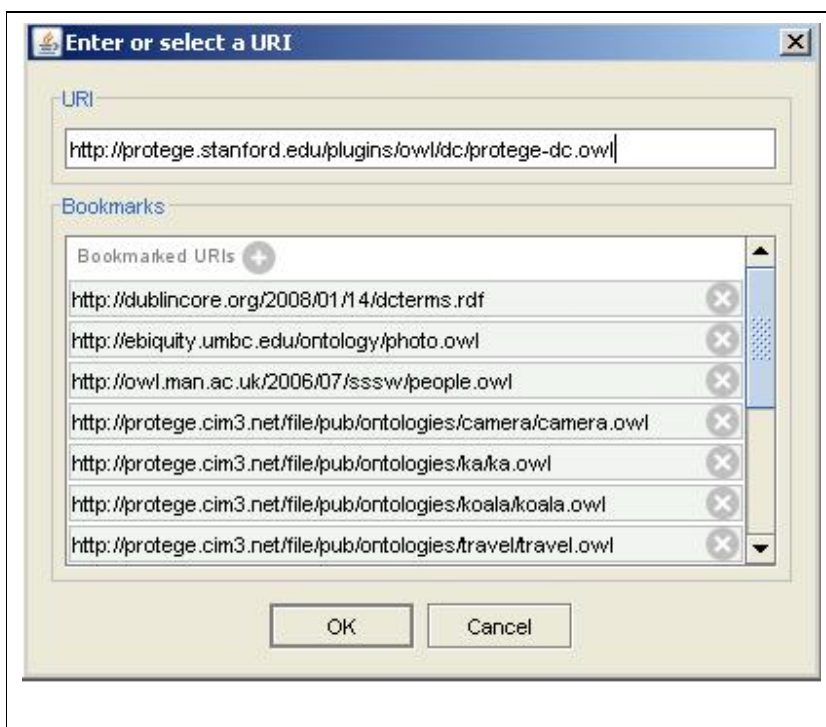


Figura 18 - Solicitação da URI do arquivo OWL.

A URI informada deve ser válida e não apresentar erros em sua sintaxe, caso seja detectado algum erro, o software gera um alerta (Figura 19). Caso a URI seja válida e o arquivo OWL não apresente erros de sintaxe, o software abre normalmente e está pronto para ser utilizado (Figura 20).

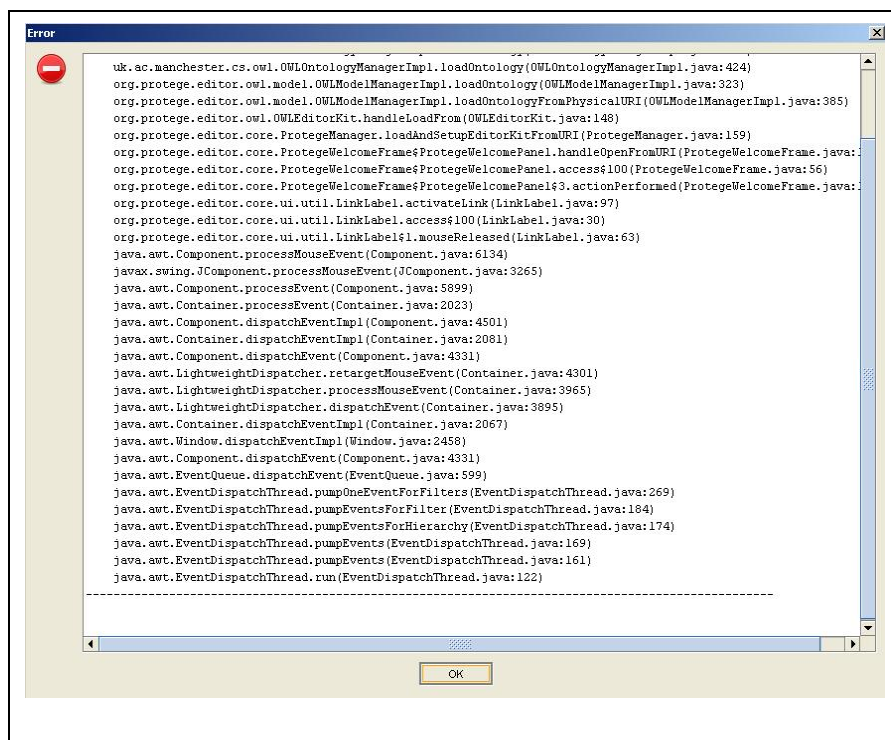


Figura 19 - Alerta gerado devido a existência de erros na URI.

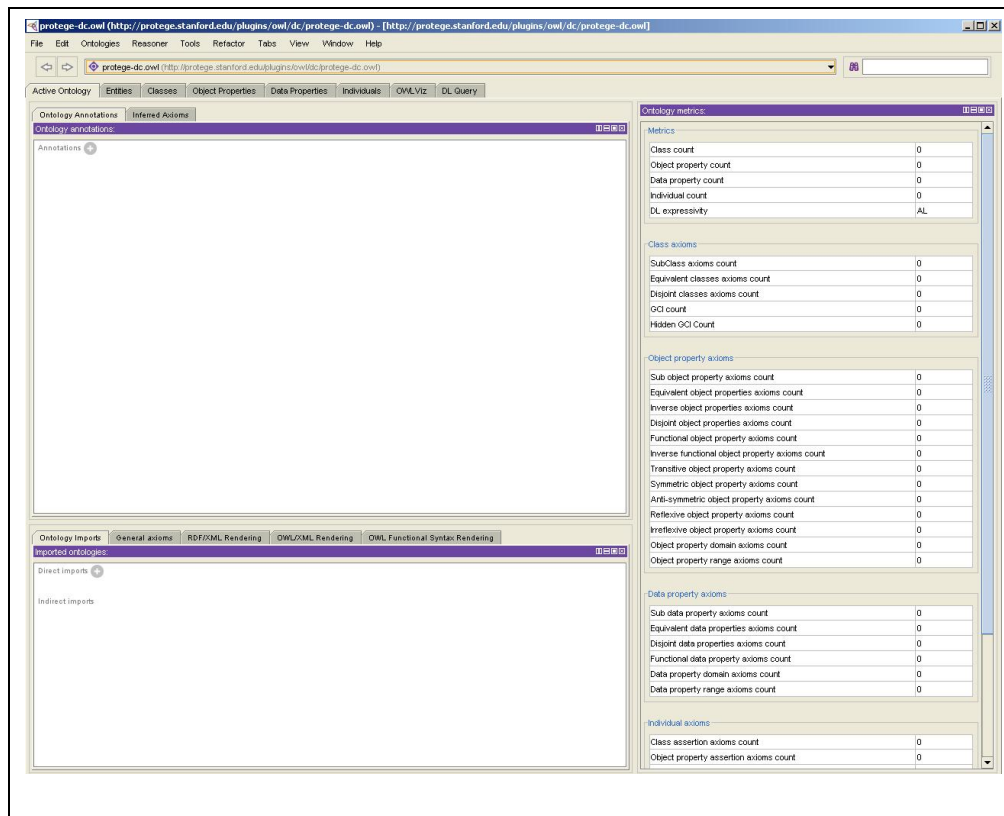


Figura 20 - Tela principal do Protégé, após a abertura com sucesso da URI.

Após a abertura da ontologia, é possível dar início ao processo de anotação, como é possível visualizar na Figura 21.

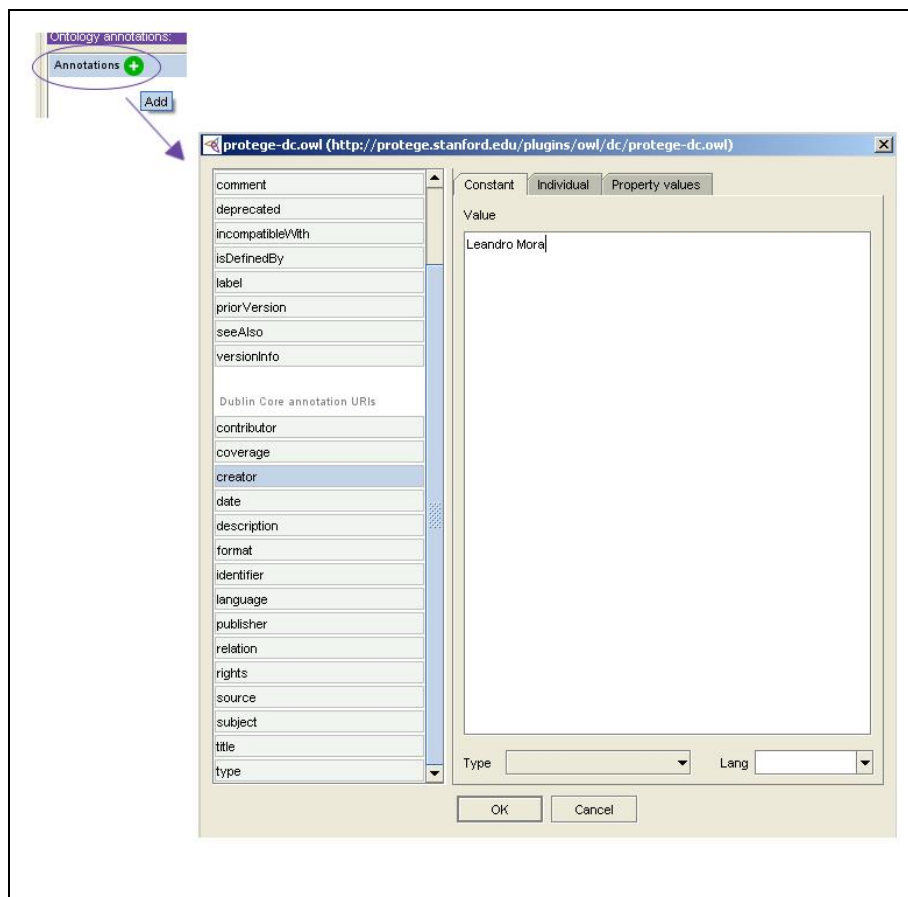


Figura 21 - Anotação do atributo *creator*.

Na anotação de um atributo, além de definir o seu valor, é possível também definir o seu idioma e o seu tipo, assim como descrito no Modelo Abstrato do Padrão *Dublin Core* (Página 41).

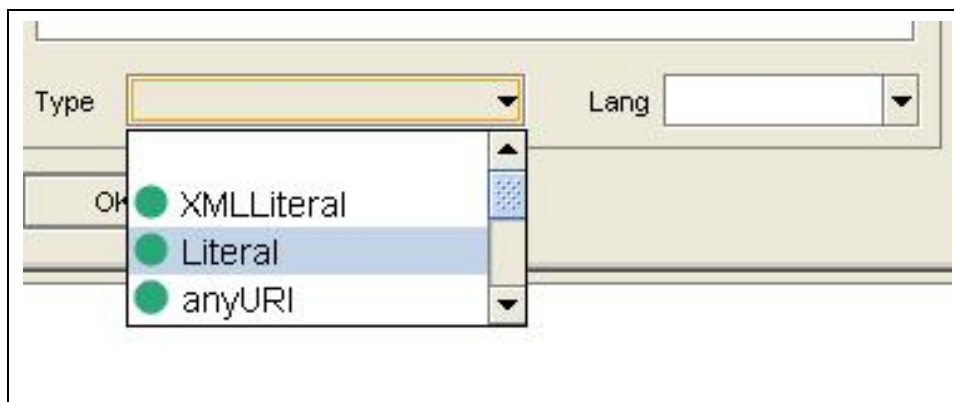


Figura 22 - Tipo do valor do atributo.

Após a anotação de todos os atributos (Figura 23), é possível exportar a ontologia, com suas devidas anotações para um arquivo OWL (Figura 24).



Figura 23 - Todos atributos anotados com êxito.

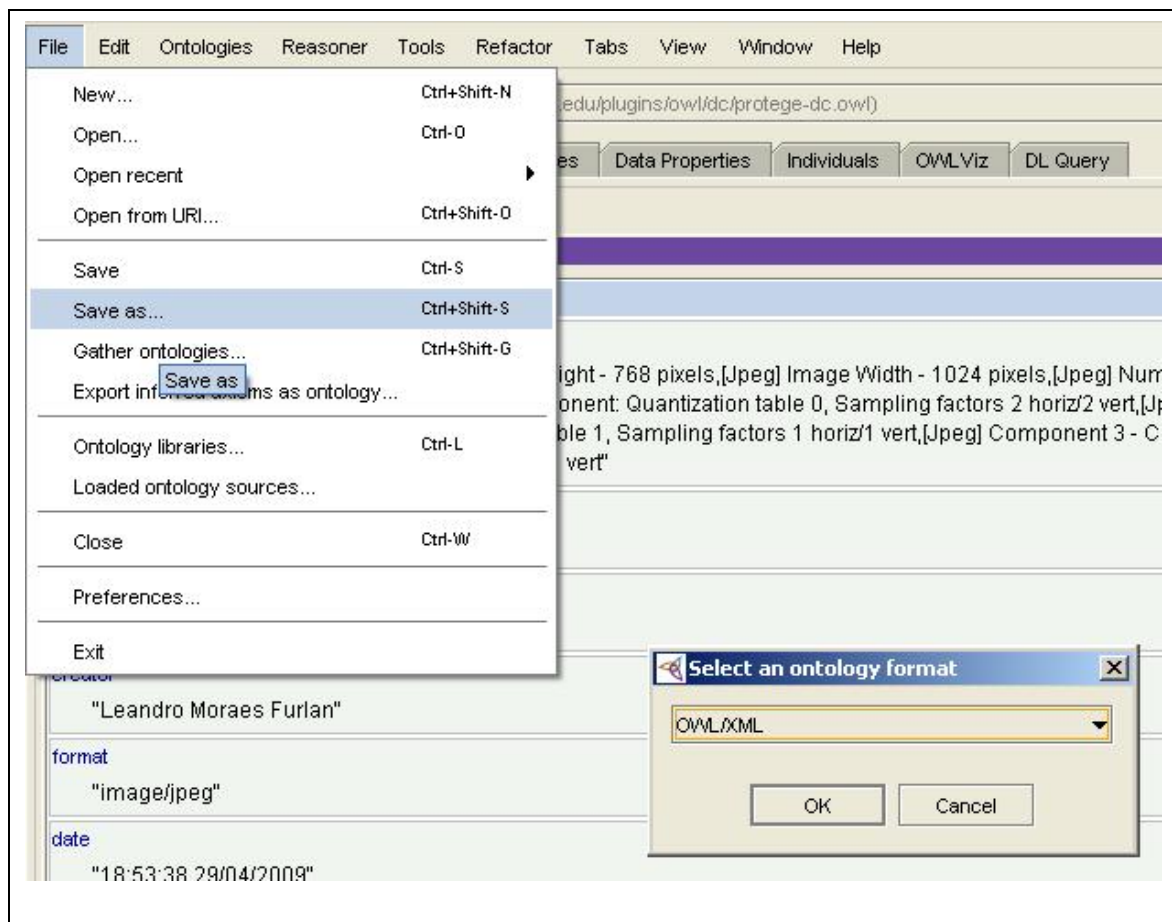


Figura 24 - Exportando as anotações para o arquivo OWL.

A partir do modelo gerado, deu-se início ao processo de desenvolvimento do *scriptlet* “geraOWL”, que irá gerar o arquivo OWL a partir da anotação do usuário.

Após o desenvolvimento do *script* “geraOWL”, foi iniciado um processo de testes e chegou-se ao resultado de que o OWL gerado pelo Meta-Imagem é idêntico ao gerado pelo Protégé. Esta preocupação tem o objetivo de verificar, se o Meta-Imagem possui as mesmas características do software Protégé quanto a exportação do arquivo OWL, baseado na ontologia do *Dublin Core*.

O arquivo OWL gerado pelo Meta-Imagem recebe os Namespaces das tecnologias utilizadas (Figura 25).

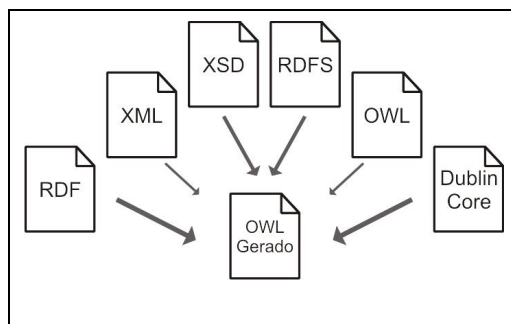


Figura 25 - Inclusão dos Namespaces no arquivo OWL.

Após todo o processo de anotação ser realizado, deu-se início ao processo de classificação das imagens.

6.7 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

Inicialmente a classificação das imagens anotadas através do Meta-Imagem, se faz a partir do atributo “creator”, que informa o criador do recurso. Ao selecionar na página inicial, o recurso “Listar Autores”, são listados todos os autores que possuem imagens anotadas no Meta-Imagem (Figura 26). Sendo possível acessar as imagens anotadas por determinado autor.



Figura 26 - Listando imagens por autores.

Ao ser selecionado o autor desejado, o *scriptlet* “listaPorAutor” lista todas as

imagens anotadas de determinado autor (Figura 27).



Figura 27 - Listando imagens anotadas do auto Leandro Moraes.

O *scriptlet* “listaPorAutor” é composto por:

- a) O título do recurso;
- b) A miniatura da imagem;
- c) O assunto do recurso;
- d) A quantidade de imagens anotadas.

6.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível acompanhar o desenvolvimento do Meta-Imagem, bem como suas características. Além de ter sido também, validado e compreendido a fundamentação teórica do mesmo, a partir da pesquisa, e do desenvolvimento e implementação do mesmo.

Uma grande dificuldade encontrada durante a elaboração deste trabalho, foi a divergência entre a opinião de diversos autores, onde foi necessário cautela para embasar o

trabalho e não compromete-lo.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo proporcionar a anotação de imagens a partir de uma ontologia geral baseada no padrão de metadados *Dublin Core*.

No decorrer desta pesquisa as camadas da *Web Semântica* utilizadas foram: URI, XML, RDF e OWL. Estas quatro camadas são as camadas inferiores da *Web Semântica*, e dentro do contexto *Web Semântica*, são as camadas mais bem consolidadas. Isto é fato, considerando que os conceitos referentes à *Web Semântica* são de certa forma abstratos, e muitas vezes interpretados de maneira diferente por diversos autores.

Analisando o grande número de softwares que realizam a anotação de imagens, este trabalho possui o diferencial de proporcionar um ambiente de anotação de imagens totalmente baseado na *Web*. Onde através do Meta-Imagem é possível realizar a anotação de imagens por diversos autores, e um compartilhamento destas informações entre os mesmos, desde que o protótipo esteja publicado na *Web*.

Os objetivos deste trabalho puderam ser concluídos durante a pesquisa bibliográfica e através do desenvolvimento do protótipo, onde foi possível: identificar imagens através de processos de análise; identificar a semântica da anotação de imagens a partir da representação de seu conteúdo com o uso de metadados; definir os padrões de identificação de metadados para imagens através do XML; elaborar o esquema de anotação semântica de imagens com o RDF; aplicar recursos de Web Semântica para estruturação da anotação de imagens através do OWL; e desenvolver o protótipo Meta-Imagem, que realiza a anotação de imagens baseando-se no esquema e nos recursos de estruturação apresentados; e a classificação das imagens pode ser realizada através do atributo “Criador”, ocasionando assim uma melhor organização das mesmas, facilitando na recuperação de informações.

Um exemplo de aplicação do Meta-Imagem é a sua utilização em instituições

universitárias, com o fim de anotar e armazenar imagens criadas por acadêmicos, imagens estas que foram utilizadas em seus trabalhos durante o decorrer do curso da instituição. Este banco de imagens poderá servir a acadêmicos futuros, pois poderão utilizar estas mesmas imagens em seus trabalhos, sabendo a origem destas e suas características.

Alguns trabalhos futuros são sugeridos como:

- a) Adequação do Meta-Imagem para que seja permitido a realização de buscas utilizando a *Web Semântica*;
- b) Indexação dos arquivos XML's, RDF's e OWL's, para uma recuperação mais rápida de informações;
- c) Implantação do Meta-Imagem como um recurso da UNESCO;
- d) Avaliações de usabilidade, acessibilidade e portabilidade do Meta-Imagem.

REFERÊNCIAS

- ADOBE (Org.). **Adobe Spry framework for AJAX**: Ajax for Everyone. Disponível em: <<http://labs.adobe.com/technologies/spry/home.html>>. Acesso em: 03 mar. 2009.
- ALVES, Maria Das Dores Rosa; SOUZA, Marcia Izabel Fugisawa. **Dublin Core e MARC 21**: um estudo de correspondência de elementos de metadados. II Workshop de Bibliotecas Digitais, Florianópolis, 20 out. 2006.
- ANDY POWELL. **Dublin CoreMI Abstract Model**. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/abstract-model/>>. Acesso em: 03 fev. 2009.
- BEDIN, Sonali Paula Molin. **Metodologia para validação de ontologias**: o caso ORBIS-MC. Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, n. , p.1-1, 01 mar. 2007. Disponível em: <www.periodicos.ufsc.br>. Acesso em: 01 ago. 2008.
- BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora. The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. **Scientific American**, p.1-7, 1 maio 2001. Disponível em: <www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-Web>. Acesso em: 01 ago. 2008.
- BERNERS-LEE, Tim; KARGER, David R.. **Semantic Web Development**: Technical Proposal. Disponível em: <www.w3.org/2000/01/sw/DevelopmentProposal.html>. Acesso em: 4 ago. 2008.
- BERNERS-LEE, Tim. **THE SEMANTIC WEB: AN INTERVIEW WITH TIM BERNERS-LEE**. Disponível em: <www.consortiuminfo.org/bulletins/semanticWeb.php>. Acesso em: 01 ago. 2008b.
- BERNERS-LEE, Tim. **The future of the Web as seen by its creator**. Disponível em: <itworld.com/070709future>. Acesso em: 01 set. 2008c.
- BORST, Willem Nico. **Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse**. 1997.
- BRAY, Tim et al. **Namespaces in XML 1.0**: Second Edition. Disponível em: <www.w3.org/TR/REC-xml-names/>. Acesso em: 01 set. 2008.
- CABRAL, Cristina Amazonas. **Mineração de dados para classificação fotográfica**. Dissertação submetida ao corpo docente da coordenação dos programas de pós-graduação de engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em ciências em engenharia civil. 2006.

DREWNOAKES. **Metadata Extractor**: metadata extraction in java. Disponível em: <<http://www.drewnoakes.com/code/exif/index.html>>. Acesso em: 05 maio 2009.

DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **Dublin Core Metadata Element Set**: Version 1.1. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/dces/>>. Acesso em: 03 fev. 2009a.

DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **Expressing Simple Dublin Core in RDF/XML**: SUPERSEDED, SEE Dublin Core-RDF and notes. Disponível em: <http://www.w3schools.com/RDF/rdf_dublin.asp>. Acesso em: 18 abr. 2009b.

DZIEKANIAK, Gisele Vasconcelos; KIRINUS, Josiane Boeira. **Web Semântica**. Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Florianópolis, n. , p.20-39, 24 ago. 2004.

ESTORNILO FILHO, José. **A Representação da Imagem**: indexação por conceito e por conteúdo. 2004. 90 f. Monografia (Bacharel) - Usp, São Paulo, 2004.

FENSEL, Dieter et al. **Spinning the Semantic Web**: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential. The Mit Press, 2002. 392 p.

FREITAS, Ricardo; TORRES, Ricardo. **OntoSAIA: Um Ambiente Baseado em Ontologias para Recuperação e Anotação Semi-Automática de Imagens**. **Bdbcomp**: Biblioteca Digital Brasileira de Computação, Campinas, Sp, p.1-10, Disponível em: <www.lbd.dcc.ufmg.br:8080/colecoes/wdl/2005/RFreitasWDL05.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2008.

FURLAN, Leandro Moraes. Disponível em: <<http://www.baixaki.com.br/papel-de-parede/13024-cachorro.htm>>. Acesso em: 07 jan. 2009.

GILLILAND-SWETLAND, Anne J. **Introduction to Metadata**: Defining Metadata. Disponível em: <<http://www.slis.kent.edu/~mzeng/metadata/Gilland.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2009.

GÓMEZ-PÉREZ, Asunción. **Ontological Engineering**: A state of the Art Expert Update. 1999.

GRUBER, Tom. **What is an Ontology?** Disponível em: <www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>. Acesso em: 14 set. 2008.

GUARINO, Nicola. **Formal Ontology and Information Systems**. Disponível em: <<http://www.loa-cnr.it/Papers/FOIS98.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2008.

HAWKE, Sandro. **Rule Interchange Format Working Group Charter**. Disponível em: <www.w3.org/2005/rules/wg/charter>. Acesso em: 20 set. 2008.

HOLZNER, Steven. **Desvendando XML**. Rio de Janeiro: New Riders, 2001. 858 p.

IKEMATU, Ricardo Shoiti. Gestão de metadados: sua evolução na tecnologia da informação. *Data Gramma Zero - Revista de Ciência da Informação*, 2(6), 2001.

KALVA, Pedro Rodolfo. **Classificação de imagens usando combinação de classificadores e informação contextual**. 2005. 149 f. Dissertação (Pós-graduação) - Curso de Informática Aplicada, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

KOSSOY, Boris. **Realidades e ficções na trama fotográfica**. 2. ed. Atelie Editorial, 1999.

LASSILA, Ora; SWICK, Ralph. **Resource Description Framework: Model and Syntax Specification**. Disponível em: <www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>. Acesso em: 14 out. 2008.

MANINI, Miriam Paula; LIMA-MARQUES, Mamede; MIRANDA, Alex Sandro Santos. **Ontologias: Indexação e recuperação de fotografias Baseadas na técnica fotográfica e no conteúdo da Imagem**. In: ENANCIB, 8., 2007, Salvador, Ba.

MCGUINNESS, Deborah L.; HARMELEN, Frank Van. **OWL Web Ontology Language: Overview**. Disponível em: <www.w3.org/TR/owl-features/>. Acesso em: 23 set. 2008.

MCGUINNESS, Deborah L. et al. **Web Ontology Language: Reference Version 1.0**. Disponível em: <www.w3.org/TR/2002/WD-owl-ref-20021112/>. Acesso em: 23 set. 2008.

MEMORIA, Felipe Ferraz Pereira. **Usabilidade de Interfaces e Arquitetura da Informação: Navegação Estrutural**. Artigo publicado no 2º USIHC. Disponível em: <http://www.fmemoria.com.br/artigos/nav_estr.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.

MIRANDA, Alex Sandro Santos. **Ontologias: Indexação e Recuperação de Fotografias Baseadas na Técnica Fotográfica e no Conteúdo da Imagem**. 2007. 132 f. Dissertação (Pós-graduação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GONZALEZ, José Antonio Moreira; ARILLO, Jesús Robledano. **O conteúdo da imagem**. Curitiba, PR: UFPR, 2003. 134 p.

NETWORK WORKING GROUP (Org.). **RFC 1867: Form-based File Upload in HTML**. Disponível em: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1867.txt>>. Acesso em: 03 mar. 2009.

PITTS-MOULTIS, Natanya. **XML black book**. São Paulo: Makron Books, 2000. 627 p.

PRADO, Simone Das Graças Domingues. **Um Experimento No Uso De Ontologias Para Reforço Da Aprendizagem Em Educação A Distância**. 2004. 160 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PROTÉGÉ. **Ontology The Dublin Core Metadata Initiative**. Stanford University. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/plugins/owl/dc/>>. Acesso em: 15 maio 2009a.

PROTÉGÉ. **Protégé Dublin Core**. Stanford University. Disponível em: <<http://protege.stanford.edu/plugins/owl/dc/protege-dc.owl>>. Acesso em: 15 maio 2009b.

PRUD'HOMMEAUX, Eric Gordon. **RDF Validation Service**. Disponível em: <<http://www.w3.org/RDF/Validator/>>. Acesso em: 18 abr. 2009.

RAMALHO, José Carlos. **Anotação estrutural de documentos e sua semântica**: especificação da sintaxe, semântica e estilo para documentos. 2000. 267 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Minho, 2000.

RIBEIRO, Adagenor Lobato. **As Camadas da Arquitetura da Web Semântica**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Marcelo Vinicius Santos>. em: 09 ago. 2008.

ROCHA, Rafael Port da. Metadados, Web Semântica, Categorização Automática: combinando esforços humanos e computacionais para a descoberta e uso dos recursos da Web. **Em Questão**: aculdade de Biblioteconomia e Comunicação Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, n. , p.109-121, 01 jan. 2004. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/86/1127>>. Acesso em: 04 fev. 2009.

SCHISLER, Millard. **Caçador de agulhas**. Revista Fotosite. n. 14., 2006

SCHREIBER, Guus et al. **Ontology-Based Photo Annotation**. Ieee Intelligent Systems, Xxx, n. , p.1-10, 2001. Disponível em: <<http://www.cs.vu.nl/~guus/papers/Schreiber01a.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2009.

SHATFORD, Sara. **Analysing the subject of a picture**: a theoretical approach. Cataloging And Classification Quartely, New York. 1986.

SMIT, Johanna; A representação da imagem. **Informare**: Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, 1996.

TAI-CHIU, Richard Hsung. **What is URI?** Disponível em: <<http://www.eie.polyu.edu.hk/~entchsun/EIE423Lab/wiurl.html>>. Acesso em: 22 set. 2008.

THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION (Org.). **Commons IO**. Disponível em: <<http://commons.apache.org/io/>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

THE UNICODE CONSORTIUM (Org.). **What is Unicode?** Disponível em: <<http://www.unicode.org/standard/WhatIsUnicode.html>>. Acesso em: 22 set. 2008.

USCHOLD, Mike; GRUNINGER, Michael. **Ontologies: Principles, methods and applications.** 1996.

W3 SCHOOLS (Org.). **XML Schema complexType Element.** Disponível em: <www.w3schools.com/Schema/el_complextype.asp>. Acesso em: 17 ago. 2008a.

W3 SCHOOLS (Org.). **XML Schema Tutorial.** Disponível em: <www.w3schools.com/schema/default.asp>. Acesso em: 25 ago. 2008b.

W3 SCHOOLS (Org.). **RDF: Dublin Core Metadata Initiative.** Disponível em: <http://www.w3schools.com/RDF/rdf_dublin.asp>. Acesso em: 18 abr. 2009a.

W3 SCHOOLS (Org.). **RDF Example.** Disponível em: <http://www.w3schools.com/rdf/rdf_example.asp>. Acesso em: 18 abr. 2009b.

W3 SCHOOLS (Org.). **XML Tutorial: XML Document Example.** Disponível em: <<http://www.w3schools.com/xml/default.asp>>. Acesso em: 18 abr. 2009c.

W3 SCHOOLS (Org.). **XML Validator: Syntax-Check Your XML.** Disponível em: <http://www.w3schools.com/XML/xml_validator.asp>. Acesso em: 18 abr. 2009d.

WEIBEL, Stuart. **Metadata: The Foundations of Resource Description.** Disponível em: <<http://www.dlib.org/dlib/July95/07weibel.html>>. Acesso em: 07 fev. 2009.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- BERNERS-LEE, Tim. **Semantic Web: XML2000**. Disponível em: <www.w3.org/2000/talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>. Acesso em: 8 ago. 2008a.
- BÉZIVIN, Jean. **Who's Afraid of Ontologies?** Disponível em: <www.metamodel.com/oopsla98-cdif-workshop/bezivin1/>. Acesso em: 05 ago. 2008.
- BRAY, Tim et al. **Extensible Markup Language (XML) 1.0: Third Edition**. Disponível em: <www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204/>. Acesso em: 13 ago. 2008b.
- BREITMAN, Karin Koogan. **Web semântica: a internet do futuro**. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 190 p.
- CARLAN, Eliana. **Ontologia e Web Semântica**. 2006. 61 f. Monografia (Bacharelado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- DEAN, Mike; SCHREIBER, Guus. **OWL Web Ontology Language: Reference**. Disponível em: <www.w3.org/TR/owl-ref/>. Acesso em: 17 set. 2008.
- GLONVEZYNSKI, Régis Alessandro. **Modelo de anotação de documentos para a codificação do conteúdo semântico no processo de autoria**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- HERMAN, Ivan. **Web Ontology Language**. Disponível em: <www.w3.org/2004/OWL/>. Acesso em: 10 out. 2008.
- HINZ, Verlan Timm. **Proposta de Criação de uma Ontologia de Ontologias**. 2006. 68 f. Monografia (Graduação) - Universidade Católica De Pelotas, Pelotas, 2006.
- MENDONÇA, Eduardo Edson Felix. **Extração Resiliente de Dados RDF a partir de Fontes Dinâmicas em Linguagem de Marcação**. 2003. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Ceará, 2003.
- SEMPREBOM, Tiago; CAMADA, Marcos; MENDONÇA, Igor. **Protégé e Ontologias**. Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas - DAS6607 - Inteligência Artificial Aplicada ao Controle e Automação Industrial. Disponível em: <http://www.das.ufsc.br/~gb/pg-ia/Protege07/ontologia_protege.pdf>. Acesso em: 15 maio 2009.

SCHEMA WEB. **Schema Web**. Disponível em: <www.schemaWeb.info/>. Acesso em: 14 ago. 2008.

SILVA, Eduardo Menna da. **Modelo de Recuperação de Informação em Nível Semântico para Documentos Anotados**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SOUZA, Renato Rocha; ALVARENGA, Lídia. **A Web Semântica e suas contribuições para a ciência da informação**. Ibict, Brasília, n. , p.132-141, 01 abr. 2004.

THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION (Org.). **Commons FileUpload**. Disponível em: <<http://commons.apache.org/fileupload/>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

USCHOLD, Mike; JASPER, Robert. **A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications**. Disponível em: <www.cs.man.ac.uk/~horrocks/Teaching/cs646/Papers/uschold99.pdf>. Acesso em: 12 out. 2008.

APÊNDICE A OWL gerado pela ferramenta Protégé

```

<?xml version="1.0"?>

<!DOCTYPE Ontology [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY dc "http://purl.org/dc/elements/1.1/" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY owl2xml "http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]>

<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#"
  xml:base="http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl2xml="http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  URI="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/dc/protege-dc.owl">

  <Annotation annotationURI="&dc;coverage">
    <Constant>[Jpeg] Data Precision - 8 bits,[Jpeg] Image Height - 768 pixels,[Jpeg]
      Image Width - 1024 pixels,[Jpeg] Number of Components - 3,[Jpeg] Component 1
      - Y component: Quantization table 0, Sampling factors 2 horiz/2 vert,[Jpeg]
      Component 2 - Cb component: Quantization table 1, Sampling factors 1 horiz/1
      vert,[Jpeg] Component 3 - Cr component: Quantization table 1, Sampling factors 1
      horiz/1 vert</Constant>
  </Annotation>
  <Annotation annotationURI="&dc;publisher">
    <Constant>Baixaki</Constant>
  </Annotation>
  <Annotation annotationURI="&dc;contributor">
    <Constant>Nenhum</Constant>
  </Annotation>
  <Annotation annotationURI="&dc;creator">
    <Constant>Leandro Moraes Furlan</Constant>
  </Annotation>
  <Annotation annotationURI="&dc;format">
    <Constant>image/jpeg</Constant>
  </Annotation>
  <Annotation annotationURI="&dc;date">
    <Constant>18:53:38 29/04/2009</Constant>
  </Annotation>
  <Annotation annotationURI="&dc;language">
    <Constant>pt-BR</Constant>
  </Annotation>

```

```
<Annotation annotationURI="&dc:description">
  <Constant>Foto de um c&#227;o na rua</Constant>
</Annotation>
<Annotation annotationURI="&dc;source">
  <Constant>M&#225;quina Fotogr&#225;fica</Constant>
</Annotation>
<Annotation annotationURI="&dc;relation">
  <Constant>Nenhum</Constant>
</Annotation>
<Annotation annotationURI="&dc:title">
  <Constant>Cachorro</Constant>
</Annotation>
<Annotation annotationURI="&dc:type">
  <Constant>Imagem</Constant>
</Annotation>
<Annotation annotationURI="&dc:rights">
  <Constant>Livre</Constant>
</Annotation>
<Annotation annotationURI="&dc;subject">
  <Constant>Cachorro na rua</Constant>
</Annotation>
</Ontology>
<!-- Generated by the OWL API (version 2.2.1.1042) http://owlapi.sourceforge.net -->
```